

**NEUE WEGE
IN DER KÄLBERFÜTTERUNG**

Herta Link

Disbui. München

1988



Aus dem Institut für Physiologie, Physiologische Chemie
und Ernährungsphysiologie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Geschäftsführender Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

Angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. Jürgen Gropp

NEUE WEGE
IN DER
KÄLBERFÜTTERUNG

Inaugural Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

HERTA LINK

aus

Singen

München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen
Fakultät der Universität München

Dekan: **Prof. Dr. M. Rüsse**

Referent: **Prof. Dr. J. Gropp**

Korreferent: **Prof. Dr. Dr. F. Bakels**

Tag der Promotion: 29. Juli 1988

db drucken & binden gmbh: Schellingstraße 23
8000 München 40, Tel. (089) 284445

INHALTSVERZEICHNIS

1	INHALTSVERZEICHNIS	1
2	STICHWORT	2
3	Einleitung	3
4	1. Kapitel	4
5	2. Kapitel	5
6	3. Kapitel	6
7	4. Kapitel	7
8	5. Kapitel	8
9	6. Kapitel	9
10	7. Kapitel	10
11	8. Kapitel	11
12	9. Kapitel	12
13	10. Kapitel	13
14	11. Kapitel	14
15	12. Kapitel	15
16	13. Kapitel	16
17	14. Kapitel	17
18	15. Kapitel	18
19	16. Kapitel	19
20	17. Kapitel	20
21	18. Kapitel	21
22	19. Kapitel	22
23	20. Kapitel	23
24	21. Kapitel	24
25	22. Kapitel	25
26	23. Kapitel	26
27	24. Kapitel	27
28	25. Kapitel	28
29	26. Kapitel	29
30	27. Kapitel	30
31	28. Kapitel	31
32	29. Kapitel	32
33	30. Kapitel	33
34	31. Kapitel	34
35	32. Kapitel	35
36	33. Kapitel	36
37	34. Kapitel	37
38	35. Kapitel	38
39	36. Kapitel	39
40	37. Kapitel	40
41	38. Kapitel	41
42	39. Kapitel	42
43	40. Kapitel	43
44	41. Kapitel	44
45	42. Kapitel	45
46	43. Kapitel	46
47	44. Kapitel	47
48	45. Kapitel	48
49	46. Kapitel	49
50	47. Kapitel	50
51	48. Kapitel	51
52	49. Kapitel	52
53	50. Kapitel	53
54	51. Kapitel	54
55	52. Kapitel	55
56	53. Kapitel	56
57	54. Kapitel	57
58	55. Kapitel	58
59	56. Kapitel	59
60	57. Kapitel	60
61	58. Kapitel	61
62	59. Kapitel	62
63	60. Kapitel	63
64	61. Kapitel	64
65	62. Kapitel	65
66	63. Kapitel	66
67	64. Kapitel	67
68	65. Kapitel	68
69	66. Kapitel	69
70	67. Kapitel	70
71	68. Kapitel	71
72	69. Kapitel	72
73	70. Kapitel	73
74	71. Kapitel	74
75	72. Kapitel	75
76	73. Kapitel	76
77	74. Kapitel	77
78	75. Kapitel	78
79	76. Kapitel	79
80	77. Kapitel	80
81	78. Kapitel	81
82	79. Kapitel	82
83	80. Kapitel	83
84	81. Kapitel	84
85	82. Kapitel	85
86	83. Kapitel	86
87	84. Kapitel	87
88	85. Kapitel	88
89	86. Kapitel	89
90	87. Kapitel	90
91	88. Kapitel	91
92	89. Kapitel	92
93	90. Kapitel	93
94	91. Kapitel	94
95	92. Kapitel	95
96	93. Kapitel	96
97	94. Kapitel	97
98	95. Kapitel	98
99	96. Kapitel	99
100	97. Kapitel	100

Meiner lieben Mutter

INHALTSVERZEICHNIS

	SEITEN
1 EINLEITUNG	1 - 2
2 LITERATUR	3 - 27
2.1 Besonderheiten der Verdauungsphysiologie beim Kalb	3
2.2 Proteinfuttermittel	5
2.3 Aminosäuren-Muster	9
2.4 Protein- und Aminosäurebedarf	10
2.5 Milchersatzproteinquellen	12
2.5.1 Tierische Proteinfuttermittel	12
2.5.1.1 Molke	12
2.5.1.2 Fischproteinkonzentrat (FPC)	16
2.5.1.3 Proteinhydrolysate	19
2.5.2 Pflanzliche Proteinfuttermittel	21
2.5.2.1 Sojaprotein	21
2.5.3 Einzellerbiomasse (SCP)	25
	28 - 114
3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN	
3.1 VORVERSUCH	35 - 60
3.1.1 Versuchsplan und Durchführung	35
3.1.1.1 Versuchsanstellung	35
3.1.1.2 Tiermaterial	36
3.1.1.3 Tierhaltung	37
3.1.1.4 Fütterung	37
Fütterungsregime	38
Futterzusammensetzung der Versuchsrationen	39
Chemisch-analytische Futteruntersuchungen	41
Rohnährstoffgehalt	41
Siebanalyse	42
Absetzgeschwindigkeit	43
3.1.1.5 Versuchsdurchführung	44
3.1.2 Versuchsverlauf	46
3.1.3 Ergebnisse	48 - 61
3.1.3.1 Lebendmassezunahme und Futterverzehr	48
3.1.3.2 Verdaubarkeitsquotienten	50
3.1.3.3 Klinisch-chemische Blutuntersuchungen	53
3.1.3.4 Elektrolytgehalt im Speichel	58
3.1.3.5 Durchfallhäufigkeit	60
3.1.3.6 Harnmenge	61

3.2	HAUPTVERSUCH TEIL 1	61 - 79
3.2.1	Versuchsplan und Durchführung	62
3.2.1.1	Versuchsanstellung	62
3.2.1.2	Tiermaterial	64
3.2.1.3	Tierhaltung	64
3.2.1.4	Fütterung	65
3.2.1.5	Versuchsdurchführung	73
3.2.2	Versuchsverlauf	74
3.2.3	Übersicht über die Ergebnisse des 1. Versuchsteiles	77
3.3	HAUPTVERSUCH TEIL 2	80 - 114
3.3.1	Versuchsplan und Durchführung	80
3.3.1.1	Versuchsanstellung	80
3.3.1.2	Tiermaterial	84
3.3.1.3	Tierhaltung	85
3.3.1.4	Fütterung	85
3.3.1.5	Versuchsdurchführung	88
3.3.1.6	Statistische Methoden	90
3.3.2	Versuchsverlauf	90
3.3.3	Versuchsergebnisse	92
3.3.3.1	Lebendmassezunahme und Futterverzehr	92
3.3.3.2	Scheinbare Verdaulichkeit	101
3.3.3.3	Proteinwertung	107
3.3.3.4	Klinisch-chemische Blutuntersuchungen	110
3.3.3.5	Durchfallhäufigkeit	114
4	DISKUSSION	115 - 126
4.1	Prinzipien der Futterzusammensetzung	116
4.2	Akzeptanz	117
4.2.1	Verträglichkeit der Versuchstränken	119
4.3	Nährwert- und Fütterungstauglichkeit	121
4.3.1	Nährstoffverdaulichkeit	122
4.3.2	Proteinquellen	123
4.3.3	Kohlenhydrate	123
4.3.4	Fett	124
4.3.5	Zusatzstoffe	125
4.4	Synopse	126
5	ZUSAMMENFASSUNG	127
5.1	Summary	129
6	ANHÄNGE	131
	Anhang I : Probennahme und Analytik	133
	Anhang II : Ergebnistabellen Vorversuch	137
	Anhang III: Ergebnistabellen Hauptversuch Teil 1	143
	Anhang IV : Ergebnistabellen Hauptversuch Teil 2	153
	Anhang V : Produktspezifikationen	162
7	LITERATURVERZEICHNIS	168
	Lebenslauf	
	Danksagung	

EINLEITUNG

Als vor etwa 35 Jahren die ersten Versuche unternommen wurden, einen praxisreifen Milchaustauscher für Kälber zu entwickeln, stand vorallem der Ersatz des teuren Butterfettes durch billige und geeignete Fettmischungen, tierischen und pflanzlichen Ursprungs im Vordergrund. Notwendige Voraussetzung hierfür war die Verfügbarkeit der fettlöslichen Vitamine A, D und E in futterstabiler Form.

Mit Beginn der 60er Jahre wurde die teure Vollmilch in Kälberaufzucht und -mast mehr und mehr durch preisgünstige Milchaustauschfutter (MAT) verdrängt. Neue und bessere Herstellungsverfahren machten es möglich, Magermilchpulver und Fetthomogenisate in guter und vorallem gleichbleibender Qualität zu produzieren, die der Landwirtschaft konstante Aufzucht- und Mast-erfolge garantierten.

Seit Anfang der 70er Jahre geriet dann die Kälbermast zunehmend unter Preisdruck durch steigende Magermilch- und Nüchternkalbpreise. Early weaning Verfahren in der Kälberaufzucht fanden weite Verbreitung. Die Situation verschärfte sich aufgrund marktpolitischer Regelungen (Beihilfe für Magermilchpulver nur bei einem Mindestgehalt von 60 % im Milchaustauscher) weiter.

Dadurch hat sich schließlich ein Markt für zwei unterschiedliche MAT-Rezepturen entwickelt:

Typen mit 60 und mehr Prozent Magermilch erhielten Konkurrenz durch den billigeren - aber eben auch weniger leistungsfähigen - "Null-Austauscher" auf der Basis von Molken- und Sojaprotein.

Die Milchquotenregelung der EG wird auf absehbare Zeit zu einer merklichen Verknappung von Magermilch zu Fütterungszwecken führen, so daß erneut Bedarf für Magermilchsubstitute entsteht, sei dies für neue Protein-träger oder völlig andersgeartete Rezepturen mit entsprechend angepaßten Fütterungssystemen.

* Überlegungen bei Aufnahme der experimentellen Untersuchungen Mitte 1986, durch die Marktentwicklung Frühjahr 1988 in vollem Umfang bestätigt.

Versuche aus früheren Jahren (1970 - 1975) haben gezeigt, daß mit Molke, Soja- oder Fischproteinkonzentrat ein gewisser Magermilchproteinanteil ersetzt werden kann.

Preisgünstigere Nullaustauscher (0 % Magermilchpulver) haben heute in der Kälberaufzucht einen festen Platz gefunden, in der Mast konnten sie sich nicht durchsetzen, da die mit ihrem Einsatz über die ganze Fütterungsperiode verbundenen Leistungseinbußen auch durch den niedrigeren Futtermittelpreis nicht kompensiert werden konnten.

Da echte Magermilchsubstitute nicht angeboten werden, scheint die Nullaustauschidee nicht weiter ausbaufähig. Wege, welche die Kälberaufzucht von der Magermilch unabhängig machen und nicht kostentreibend wirken sollen, müssen daher auf ein anderes Fütterungssystem ausgerichtet sein, wobei mehr Futter und längere Fütterungszeiten als Alternative bei Verwendung eines beträchtlich kostengünstigeren Futtermittels gelten dürften. Hier könnten dann fast schon konventionelle Futtermittel, bzw. Proteinträger wie u.a. Geflügelschlachtabfälle Verwendung finden.

In den hier vorliegenden Versuchen sollte der Einsatz von Geflügelschlachtabfällen in der Kälberfütterung als "Magermilchersatz" geprüft werden. Dazu wurde ein Futtertyp konzipiert, der sich in seiner Zusammensetzung an dem schon fast vergessenen Kälbernährmehl orientiert und der jungen Aufzuchtstieren als Tränke angeboten werden kann.

Ziel dieser Untersuchungen war es, die Verträglichkeit und Verdaulichkeit einer so zusammengesetzten Futtermischung zu ermitteln.

BESONDERHEITEN DER VERDAUUNGSPHYSIOLOGIE BEIM KALB

Die Entwicklung vom jungen Saugkalb zum Wiederkäuer vollzieht sich innerhalb weniger Wochen mit der Umstrukturierung des mehrhöhligen Magentraktes und der Verlagerung der wichtigsten Verdauungsvorgänge vom Labmagen zum Komplex der Vormagensysteme.

Hieraus resultiert in den ersten Lebenswochen ein Verdauungstypus, der im Grunde den monogastrischen Tieren eigen ist und das Milchkalb über eine kurze Zeitphase als "Pseudomonogastrier" (GROPP, 1973) erscheinen läßt.

Die wohl wichtigste Voraussetzung hierfür bildet das im Labmagen sezernierte Rennin oder Labferment, eine Peptidase, die spezifisch Casein hydrolytisch spaltet und zur grobflockigen Ausfällung von Paracasein als Ca-Paracaseinat führt. Dieses bildet einen festen Gerinnungskuchen, der über längere Zeit (ca 12 Stunden) im Labmagen verweilt und einen ausgiebigen proteolytischen Aufschluß ermöglicht.

Die Pepsinogen-Sekretion ist stark altersabhängig. Obwohl Einzelkälber mit vorwiegender Pepsinogen-Sekretion schon in den ersten Lebenstagen bekannt wurden, darf als Regelfall ein Überwiegen der Labaktivität bis zur 6. Lebenswoche angenommen werden. Erst dann findet die Magenproteinolyse hauptsächlich über Pepsin statt. Ein Pepsin-Gerinnungskuchen ist gallertartiger und weniger fest als ein Labgerinnungskuchen, die Verweildauer im Magen ist entsprechend kürzer.

Die Effektivität der **Fettverdauung** ist beim jungen Kalb abhängig von der Fettqualität, beeinflusst vom Schmelzpunkt, damit von Kettenlänge und Sättigungsgrad und vorallem vom Verteilungszustand, d.h. von der Größe der Fett-Tröpfchen in der Öl/Wasser-Emulsion der Tränke. Je kleiner diese sind umso größer ist ihre gesamte Oberfläche, die dem lipolytischen Einwirken der Enzyme zur Verfügung steht.

Die im hinteren Zungengrund sezernierte prägastrische Esterase sowie die wenig substratspezifische Pankreaslipase sind in den ersten Lebenswochen für eine geregelte Fettverdauung verantwortlich.

Die prägastrische Esterase ist noch unter den sauren Milieubedingungen des Labmagens aktiv und spaltet vorwiegend Triglyceride mit Fettsäuren der Kettenlänge bis C:14.

Voraussetzung für eine ungestörte Verdauung über die beschriebenen Enzymsysteme ist der Schlundrinnenreflex, der für den Transport der aufgenommenen Flüssignahrung direkt in den Labmagen, d.h. unter Umgehung der Vormägen sorgt.

Der Aufschluß der **Kohlenhydrate** durch das junge Kalb wurde in den letzten Jahrzehnten intensiv erforscht (**HUBER et al.**, 1961; **GROPP**, 1973; **BECKER**, 1973).

Neben Glucose vermag das Saugkalb eigentlich nur Lactose effizient zu nutzen. Auch wenn mit zunehmendem Alter (auch bei protrahierter Milchversorgung) die Lactaseaktivität sich vorwiegend auf das Duodenum konzentriert und damit abnimmt, bleibt die Fähigkeit des Kalbes Lactose zu verdauen so erhalten, daß Lactase-Unverträglichkeiten praktisch nicht auftreten.

Für Stärke (und für Maltose) fehlen beim Saugkalb die entsprechenden Enzymsysteme (Pankreasamylase, Darmmaltase). Zunehmendes Alter und eine bewußt eingeleitete Substratadaption (**GROPP**, 1973) ermöglichen die enzymatische Verdauung nennenswerter Stärkemengen, die amylolytische Kapazität im Darm bleibt gleichwohl (zeitlebens) limitiert. Für Saccharose fehlt das entsprechende Enzym völlig; auf Saccharose - wie auf Fructose - Gaben antwortet das milchernährte Kalb mit Spontandurchfall.

Somit bleibt das im pseudomonogastrischen Status erhaltene Kalb auf Lactose als Nahrungskohlenhydrat angewiesen, der aus osmotischen Gründen gegenüber Glucose der Vorzug zu geben ist.

2.2 PROTEINFUTTERMittel

Die Substitution von Magermilch (Milchprotein mit ca. 80 % Casein, Lactose) muß sich aufgrund der verdauungsphysiologischen Gegebenheiten beim Saugkalb an der Qualität des Milchproteins orientieren. Dabei sind mehrere wichtige Grundvoraussetzungen an die verschiedenen Milchproteinsurrogate zu stellen:

1. gute Verträglichkeit
2. hohe biologische Wertigkeit
3. zufriedenstellende Verdaulichkeit
4. sichere Aufnahme durch angenehmen Geschmack und Geruch
5. gute Löslichkeit in der Tränke

Nur wenn diese Anforderungen erfüllt werden können, steht einem Einsatz des jeweiligen Milchersatzproteinträgers nichts mehr im Wege.

Nicht-Milch-Proteinträger, die als Milchproteinsurrogate beim Kalb eingesetzt werden, sind in aller Regel auch - besonders in den ersten 6 Lebenswochen - weit schlechter verdaulich (10-15 %) als Magermilchprotein. Dies wird mit der geringen Pepsinaktivität im gleichen Zeitraum in Zusammenhang gebracht. Danach werden für Milchprotein-substitute höhere Verdaulichkeitsquotienten ermittelt, das Niveau der korrespondierenden Milchproteinwerte erreichen sie jedoch nie vollständig.

Tabelle 1 zeigt den deutlichen Zusammenhang zwischen der Proteinverdaulichkeit und dem Alter der Tiere.



Tab. 1 : Auswirkungen von Milchproteinersatz und Alter auf die scheinbare Eiweißverdaubarkeit von Kälbern (SHILLAM und ROY, 1963; ROY und STOBO, 1974)

Alter der Tiere	MMP	Fischprotein-konzentrat		Sojaprotein-konzentrat		Single cell proteins	
		33% *	61% *	36% *	70% *	40% *	70% *
3 Tage	0.75	-	-	-	-	-	-
10 Tage	0.86	0.74	0.71	0.71	0.60	0.71	0.66
31 Tage	0.94	0.83	0.75	0.84	0.66	0.76	0.66

*Konzentrationsangaben in Prozent des Rationsproteins

Weiterhin kann eine negative Korrelation zwischen dem Anteil der Milchproteinsubstitute im Milchaustauscher und dem Verdaubarkeitsquotienten aufgezeigt werden.

Eine Erklärung für diese geringere Verdaulichkeit läßt sich in den Untersuchungen von WILLIAMS et al. (1975) aufzeigen.

Die Messungen der Magensaftsekretionsrate sowie die Konzentrationsbestimmung der proteolytischen Enzyme Rennin und Pepsin erbrachte bei Gabe von milchprotein-fremden Futtermischungen deutlich verringerte Werte im Gegensatz zu Magermilchpulver.

Tab. 2 : Effekt des Proteinersatzes auf die Magensaftsekretion (WILLIAMS et. al., 1975)

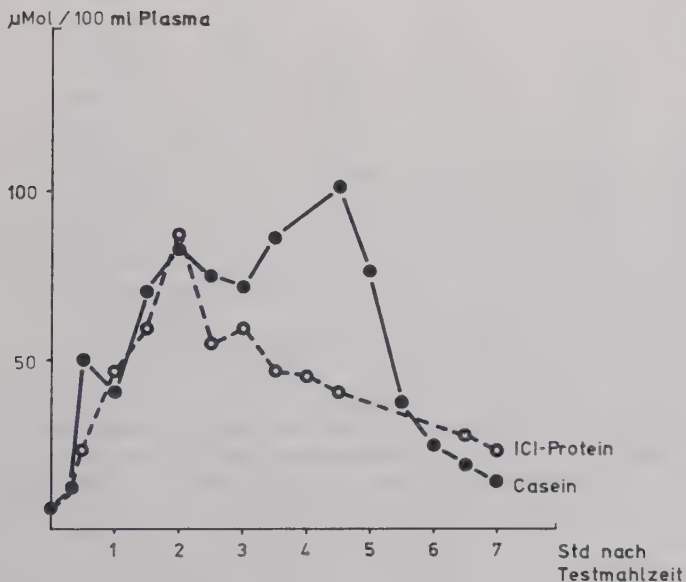
	Magermilch-pulver	Fischprotein (70%)	Sojaprotein (83%)
Magensaftsekretion (ml/kg ^{0.75} in 0.8 h)	11	14	7
freie H ⁺ - Ionen (mmol/kg ^{0.75} in 0.8 h)	0.41	0.64	0.37
Proteolytische Aktivität (µmol Tyrosin/ min)			
bei pH 2.11 (Pepsin)	24	16	6
bei pH 3.5 (Rennin)	12	9	4

Die aufgezeigten Unterschiede in der Proteinverdaulichkeit zwischen Milchprotein und Substituten lassen bei Verwendung der Proteinersatzfuttermittel im MAT eine geringere Versorgung des Kalbes an verdaulichen Protein und damit an absorbierbaren Aminosäuren erwarten.

Diese Überlegung reicht allerdings zur Erklärung der in Fütterungsversuchen beobachteten Leistungsunterschiede in keiner Weise aus. Wenn man versucht, die geringere Zufuhr an verdaulichen Protein über Nullaustauscher durch ein entsprechend höheres Proteinangebot zu kompensieren, bleibt die Leistungsdepression dennoch ausgeprägt erhalten (STECHELE, 1979).

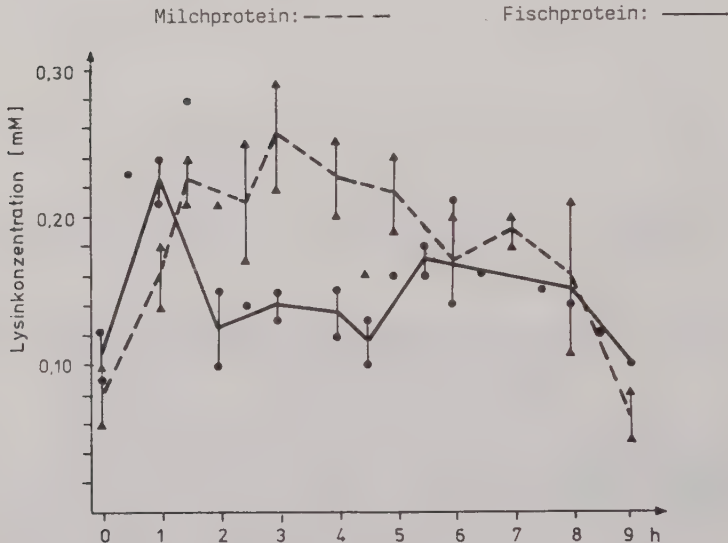
Untersuchungen von GROPP und EBERSDOBLER (1974) haben gezeigt, daß nach Caseingaben, vorallem im Zeitraum zwischen der 2. und 5. Stunde nach der Mahlzeit, mit weit höheren Lysinanflutungswerten im Plasma zu rechnen ist als zum Beispiel bei der Verwendung von single-cell protein (SCP).

Abb. 1 : Lysinanflutung im Pfortaderplasma nach Testmahlzeiten mit Casein und SCP (2 g RP/kg KG)
(GROPP, EBERSDOBLER, 1974)



Ein ähnlicher Kurvenverlauf konnte auch in einem weiteren Versuch (GROPP und BECK, 1975) festgestellt werden, bei dem die Lysinkonzentrationen nach Milchprotein- und FPC-Mahlzeiten verglichen wurden.

Abb. 2 : Lysinkonzentration (in mM) im Pfortaderplasma eines Mastkalbes (100-110 kg) nach Testmahlzeiten von 800 g Milchaustauschfutter in 4 l Wasser (GROPP, BECK, 1975)



Wenn hohe Proteinverdaulichkeit und entsprechend gute Absorptionsraten der Aminosäuren unverzichtbare Postulate für einen Milchproteinersatz darstellen, dürfen entsprechende Forderungen an eine uneingeschränkte Aminosäuren-Verfügbarkeit, damit eine fehlende Proteinschädigung im Verlauf der Produktaufbereitung nicht außer acht gelassen werden.

Ein Kennzeichen für eine gute Proteinqualität ist eine möglichst geringe Differenz zwischen Gesamtlysin und verfügbarem (analytisch, nach Carpenter) Lysin oder der direkte Anteil des Reaktionsproduktes Fructoselysin. Die Beachtung dieses Zusammenhangs hat in der Vergangenheit zu einem beachtlichen und stabilen Qualitätsanstieg von Trockenmilchprodukten geführt.

2.3

AMINOSÄURENMUSTER

Der Gehalt (und die Verfügbarkeit) der essentiellen Aminosäuren in einem Futtermittel sind weitere wichtige Qualitätskriterien. Abweichungen im Aminosäurenmuster eines Futtermittels können leicht zu Depressionen der Futteraufnahme und des Wachstums führen.

Die Eignung eines Milchersatzproteins sollte sich demnach an der Aminosäurezusammensetzung von Milcheiweiß orientieren. Einen Vergleich der Aminosäurekonzentrationen verschiedener Milchproteinsurrogate zeigt Tabelle 3.

Tab. 3 : Aminosäuregehalt einzelner Milchersatzproteine
(EBERSDOBLER u. GROPP, 1973)

	MMP	MOLKE	SOJA	FPC	HYDROLYSAT Schlachtabfälle
Rohprotein %	34.0	12.0	60.1	80.1	83.6
Rohfett %	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6
Wasser %	4.0	4.0	6.7	4.8	4.9
Asche %	8.0	9.0	6.6	14.5	14.0
AMINOSÄUREN (g/16 g N)					
Lysin	9.2	8.9	6.2	8.3	3.6
Methionin	2.5	1.8	1.3	3.1	0.9
Cystin	1.2	2.1	1.4	1.3	0.2
Threonin	4.8	6.1	4.0	4.4	0.6
Tryptophan	1.3	1.1	- *	1.1	- *
Leucin	10.5	9.6	7.7	7.8	3.2
Isoleucin	6.6	6.1	4.6	4.7	1.4
Phenylalanin	4.5	4.5	5.4	3.9	1.9
Tyrosin	4.4	3.1	3.8	3.2	0.7
Arginin	4.1	2.3	7.2	5.5	5.0
Glycin	2.0	2.5	5.5	5.5	- *
Valin	6.7	5.4	4.7	4.9	- *

*nicht bestimmt

PROTEIN - UND AMINOSÄUREN - BEDARF

Eine vernünftige und wirtschaftlich effektive Rationsgestaltung muß sich nach dem Rohnährstoffbedarf des Kalbes richten.

Erste systematische Untersuchungen über den Proteinbedarf von Mastkälbern im Gewichtsabschnitt 65 - 144 kg zeigen, daß die Abhängigkeit der Lebendmasseentwicklung vom Proteinangebot altersabhängig nachläßt. Zwischen 65 und 93 kg Lebendgewicht begünstigen die Versuchsdaten eine Proteinversorgung von mindestens 22, eher 24 % im Futter (ZUCKER, GROPP, EBERSDOBLER, 1968).

Im weiteren Versuchsabschnitt (93 - 144 kg) ließ sich eine Beziehung der Gewichtszunahme zum Proteinangebot (16 bis 26 % RP) kaum mehr darstellen. Die Schlußfolgerungen aus diesem Versuch decken sich weitgehend mit den Berechnungen von ROY (1980), der für 50, 100, 150 und 200 kg schwere Kälber Bedarfswerte von 26.7; 22.2; 17.7 bzw 14.4 % angibt. Sie werden bestätigt durch Untersuchungen von BERNER (1970), der zeigen konnte, daß ab 100 kg Lebendmasse mit der Fütterung von Milchaustauschern mit 23 % RP bzw mit 17.7 % RP (Lysinergänzt) keine Leistungsunterschiede zu erwarten sind.

Für die Praxis der Kälbermast ergibt sich aus den angeführten Daten der Vorschlag der Zwei - Teilung: Kälber bis ca 100 kg Lebendmasse mit 240 g/kg MAT zu versorgen, bei schweren Tieren kann der Proteingehalt auf 200 g bzw 170 g (mit Lysinergänzung) reduziert werden (GROPP, 1970; GROPP, 1972 a).

Der Bedarf an Aminosäuren, der gerade im Hinblick auf den Ersatz von Milchprotein wichtig ist, konnte bisher in einigen wenigen Versuchen nur annähernd bestimmt werden.

Die Untersuchungen von WILLIAMS und HEWITT (1979), TZENG und DAVIS (1980) ergaben Bedarfswerte, die wegen unterschiedlicher Wachstumsraten und Untersuchungsverfahren beträchtliche Abweichungen aufweisen und deshalb allenfalls als Annäherungswerte betrachtet werden können.

WILLIAMS und **HEWITT** legten einer lysindefizitären Futtermischung steigende Mengen an Lysin zu. Aufgrund der Ergebniswerte der Versuchskriterien (Aminosäuren- und Harnstoff-Spiegel im Plasma) ermittelten sie für Kälber im Gewichtsbereich von 50 bis 58 kg einen Tagesbedarf von 7.8 g Lysin.

Mit derselben Versuchsmethode wurden auch die Bedarfs-
werte für Kälber gleicher Lebendmasse an weiteren
essentiellen Aminosäuren ermittelt :

für Methionin 2.1 g/Tag, (Cystin 1.6 g), Valin 4.8 g,
Threonin 4.8 g, Isoleucin 3.4 g, (Tyrosin 3.0 g), Phenyl-
alanin 4.4 g, Arginin 8.5 g, Tryptophan 1.0 g und Histidin
mit 3.0 g je Tag.

In Versuchen mit kristallinen Aminosäuren-Diäten und
Wachstum, N-Bilanz und Plasma-Aminosäuren-Spiegel als
Versuchskriterien fanden **TZENG** und **DAVIS** einen
Lysinbedarf von 12.4 bis 14.3 g/Tag für junge Kälber
(0.27 - 0.31 g/kg Lebendmasse). Der Methioninbedarf
bewegt sich bei 0.17 - 0.23 g/kg Lebendmasse und Tag
(ohne Cystin in der Nahrung).

2.5 MILCHERSATZPROTEINQUELLEN

Ein vollständiger Ersatz der Magermilch kann nur über die geeignete Kombination mehrerer Milchprotein-substitute, die sich gegenseitig in ihrem Futterwert ergänzen, erzielt werden.

In umfassenden Versuchen wurden in den vergangenen Jahren immer mehr Rohstoffe tierischer und pflanzlicher Herkunft auf ihre Eigenschaft als Milchersatzprotein-träger getestet, so daß uns heute brauchbare Ergebnisse über deren Eignung zum Einsatz in Milchaustauschfuttermitteln vorliegen.

2.5.1 TIERISCHE PROTEINFUTTERMittel

2.5.1.1 MOLKE

Molkenpulver enthält ca 60-70 % Lactose, dem für das Saugkalb wichtigsten Kohlenhydrat und ca 12 % Rohprotein mit hoher biologischer Wertigkeit, seine Verdaulichkeit liegt bei ca. 90 % (NEHRING, 1965).

Diese (SÜß)Molkenpulver haben schon relativ früh - nachdem die Trocknung technisch beherrscht wurde - Eingang in die Milchaustauschrezeptur gefunden.

Zwischen 1968 und 1973 sind zahlreiche Versuche mit Süßmolkenkonzentraten zwischen 55 und 70 % im MAT beschrieben (z.B. ZUCKER, GROPP, EBERSDOBLER, 1968; GROPP, 1970; MORILL et al., 1971; GROPP, 1972 b).

Als echtes Proteinfuttermittel kann Molkenpulver aufgrund seines niedrigen Rohprotein-Gehaltes nicht angesprochen werden.

Teilentzuckerte Molkenpulver erreichen ca. 23 % Rohprotein bei entsprechend verringertem Lactosegehalt.

Ihr Hauptnachteil liegt in einem erhöhten Aschegehalt, der partiell aus der Neutralisation von sauren Molkenprodukten vor der Trocknung herrührt. Der Ascheanteil ist in seiner Zusammensetzung je nach Verwendung neutralisierender Laugen (NaOH, KOH, CaOH) wechselnd und wurde für Diarrhoeerscheinungen verantwortlich gemacht, die bei einer Molkenkonzentration von mehr als 10 % im Milchaustauschfutter auftreten können und deren Grund in einer stark beschleunigten Magen-Darm-Passage zu sehen ist (NEHRING, 1965).

Molkenprotein aus teilentzuckertem und teildemineralisiertem Molkenpulver ist heute die wahrscheinlich wichtigste Proteinquelle für die sogenannten Nullmilch-austauscher.

Durch Ultrafiltration teildemineralisierte und teilentzuckerte Molkenpulver nähern sich in der Zusammensetzung einem Magermilchpulver. Da die Kosten des Verfahrens relativ hoch sind, schöpft man bei der Herstellung in der Regel die bestehenden technischen Möglichkeiten nicht voll aus.

Die bekannt hohe Proteinqualität von Molkenpulver war bereits früher - bei noch limitierter Trocknungskapazität für reine Molke - Anlaß für Molkenmischprodukte.

X-20 stellt ein solches Maismolkenmischprodukt dar, das neben 20 % Rohprotein noch ca. 45 % Maisquellstärke und 20 % Lactose enthält.

Die in Tabelle 4 zusammengefaßten Versuchsergebnisse (GROPP, 1972 b) belegen die gute Verwertung des Proteinanteils von X-20.

Im Bereich zwischen 16 und 20 % Rationsprotein waren Wachstum und Lysinzufuhr positiv korreliert.

Tab. 4 : Wirkung von X-20 auf Wachstum und Futterverwertung
6 Wochen Versuchsdauer

% Rationsprotein	16.5	19.4	19.0	20.0
3 % Rationsprotein aus	-	X-20	X-20 u. Lysin	MMP
Körpergewicht (kg $\pm$ s)				
Versuchsbeginn	57.3 $\pm$ 4.8	57.3 $\pm$ 4.4	57.3 $\pm$ 4.3	57.3 $\pm$ 3.9
Versuchsende	92.7 $\pm$ 8.0	95.4 $\pm$ 7.5	98.4 $\pm$ 9.9	96.5 $\pm$ 8.1
g Zunahme pro Tag ($\pm$ s %)	842 $\pm$ 12%	906 $\pm$ 8%	978 $\pm$ 14%	932 $\pm$ 11%
g Futter/g Zunahme($\pm$ s)	1.37 $\pm$ 0.1	1.26 $\pm$ 0.03	1.18 $\pm$ 0.07	1.23 $\pm$ 0.04
Tierzahl	8	8	8	8

Auch beim Einsatz teildemineralisierter und teilentzuckerter Molkenprodukte (Proteingehalt ca. 25 %) läßt sich eine Ergänzungswirkung nachweisen. So sind die Erfahrungen aus der Verwendung derartiger Molkenprodukte zusammen mit Sojaprotein recht gut.

GROPP und BECK (1975) konnten dies mit einem Kälbermastversuch von 10 Wochen Dauer mit Molke in Kombination mit Soja (DANPRO-A)* bestätigen.

Für den ersten Mastabschnitt erhielt eine Tiergruppe eine magermilchproteinfreie Testration, deren Rohproteinanteil aus 42 % Sojaprotein, 34 % eines demineralisierten und teilentzuckerten Molkenproduktes und 13 % Süßmolkenpulver bestand. Der Futterrohproteingehalt der Kontrollgruppe setzte sich zu 79 % aus MMP und zu 10 % aus Süßmolke zusammen.

Im Mastabschnitt II wurde die Süßmolkenkonzentration erhöht, bei gleichzeitiger Reduktion des Sojaproteins und des Magermilchanteils.

Gewichtszugewinne und Futterverwertung sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Tab. 5 : Molke und Sojaprotein als Milchproteinersatz

	Magermilch-Ration		Soja-Molke-Ration	
Tierzahl	10		12	
Körpergewicht (kg)				
Versuchsbeginn	62.9	$\pm$ 7.8	62.1	$\pm$ 6.8
Versuchsende	159.5	$\pm$ 14.5	156.1	$\pm$ 15.7
g Zunahme /Tag	1400	$\pm$ 146	1363	$\pm$ 156
relativ	(100)		(97)	
g Futter/ g Zunahme	654	$\pm$ 77	658	$\pm$ 30
relativ	(100)		(101)	

* DANPRO Sojaproteinkonzentrat der Aarhus Oliefabrik,
DK- Aarhus
(s. Produktspezifikation im Anhang)

Die nur geringfügige Leistungsdepression gegenüber der Magermilchkontrollgruppe vermittelt eine gute Kombinationsmöglichkeit dieser Milchproteinsubstitute. Diese guten Ergebnisse sind insofern erstaunlich, da neuere Untersuchungen von **GAUDREAU** und **BRISSON (1980)** über Labmagen- und Dünndarmpassagedauer bei Kälbern mit Duodenalfisteln (Umleitungskanülen) gezeigt haben, daß es auch bei der Verwendung von ausschließlich Molke oder Molke-Soja-beziehungsweise Molke-FPC- Mischungen aufgrund der fehlenden Labgerinnung zu beschleunigten Digesta-Flußraten kommt, die eine reduzierte Proteolyse zur Folge haben.

Ein ausschließlich zu Versuchszwecken hergestelltes teildemineralisiertes und teilentzuckertes Molkenprodukt, dessen Aschegehalt bei einem Rohproteingehalt von 35 % unter 7 % lag, wurde in einem Mastversuch von **GROPP (1979)** mit Magermilchpulver verglichen. Hierbei wurden nach 45 Masttagen in der Molkengruppe mit 1435 g/Tag (1.38 g Futter/g Zunahme) sogar geringfügig bessere Ergebnisse als in der Magermilchgruppe (1369 g/Tag, 1.40 g Futter/g Zunahme) erzielt. Damit konnte gezeigt werden, daß bei entsprechender Molkeaufbereitung keine Unterschiede in der Wachstumsleistung von Kälbern zwischen Molke- und Magermilchprotein erwartet werden müssen. Allerdings steht dieses Produkt für die Praxis nicht zur Verfügung.

2.5.1.2 FISCHEPROTEINKONZENTRAT (FPC)

Die Möglichkeit der Verwendung von FPC in Aufzucht- und Mastmilchaustauschfuttermischungen wurde in zahlreichen Versuchen überprüft.

Da Fischmehl aufgrund des hohen Anteils an ungesättigten Fettsäuren, deren starke Oxidationsneigung bei jungen Kälbern zu gesundheitlichen Störungen führt, nicht als Proteinträger eingesetzt werden kann, wurde durch den Entzug von Fischöl ein Eiweißkonzentrat entwickelt, das im Schnitt einen Rohproteingehalt von 80 % aufweist.

VAN HELLEMOND (1967) prüfte den Ersatz von Trockenmagermilch durch 15 % eines Fischproteinkonzentrates (Protanimal)* und 17.7 % Lactose.

Die scheinbare Proteinverdaulichkeit wurde bei verschiedenen schweren Kälbern (53 kg, 100 kg und 139 kg) ermittelt und zeigte einen deutlichen Anstieg der Verdaubarkeitsquotienten mit zunehmenden Alter.

Diese altersabhängige Verbesserung der Proteinverdaulichkeit konnte auch **VAN WEERDEN (1970)** bestätigen.

HUBER und SLADE (1967) berichteten über einen FPC-Einsatz von 35 bis 60 % des Rationseiweißes, ohne daß es zu Leistungseinbußen kam.

CEDERQUIST (1971) ermittelte in einem Aufzuchtversuch mit 3 Wochen alten Kälbern die Gewichtsentwicklung bei Anwendung von 23 % Protanimal* und 62 % Molke.

Die täglichen Zunahmen lagen bei 531 g in der mit Magermilch gefütterten Kontrollgruppe im Gegensatz zu 552 g/Tag in der Versuchsgruppe.

Diese Zunahmen lassen sich durch den schon frühzeitig einsetzenden, hohen Verzehr von Kraftfutter der Versuchstiere erklären.

Diese guten Leistungen ermutigten zum weiteren Ersatz von Magermilchpulver durch FPC.

*Protanimal : Fa. Astra-Ewos AB, Södertälje, Schweden

Weitere Aufzuchtversuche wurden von **GROPP, BECK** und **EBERSDOBLER (1974)** durchgeführt.

Die magermilchfreie Versuchsration enthielt 21 % FPC und 55 % Süßmolke und wurde einer Kontrollration mit 67 % MMP und 8 % Süßmolke gegenübergestellt.

Die Übersicht der Ergebnisse zeigt Tabelle 6.

Tab. 6 : FPC in 47 Tagen Kälberaufzucht
60 Tiere/Gruppe; LM bei Versuchsbeginn 79.8 kg

	Kontrollration		FPC-Ration	
Zunahme (g/Tag)				
25 Tage	630	(100)	640	(102)
47 Tage	853	(100)	844	(99)

Die Versuchsergebnisse bestätigen die von **CEDERQUIST** ermittelten Resultate.

Die brauchbaren Aufzuchtergebnisse mit FPC ermutigten schließlich auch zu Mastversuchen an Kälbern.

Ein zur schärferen Prüfung von FPC konzipierter Mastversuch von **DEMARS (1970)** zeigte eine deutliche Leistungsminderung mit einer Testration, die 15 % Protanimal und 29 % Lactose enthielt.

In einem weiteren Versuch fand eine Überlegung Eingang, die bisher noch nicht überprüft worden war (**GROPP, BECK, 1974**).

Der Verzicht auf Trockenmagermilchpulver (TMM) im Futter führt in der Regel auch zu einem Wechsel der Fettquelle, da MAT-Fett als Fettkonzentrat auf TMM-Basis eingebracht wird. Wenn dasselbe Fett nun mechanisch eingebracht werden soll, ergeben sich aus größeren Fett-Tröpfchen in der Tränke schlechtere Verdauungsquotienten für die Futterenergie und damit geringere Mastleistungen. TMM-freie Rationen sind daher mit einem zusätzlichen Nachteil behaftet.

Deshalb wurden eine Kontroll- und die FPC- Testration mit Flockenfett versetzt, einer weiteren FPC-Ration wurde ein Sprühfettkonzentrat (auf FPC-Basis) zugemischt. Der lysinergänzte FPC-Milchaustauscher enthielt 23 % FPC und 54 % Molkenpulver.

Nach 6 Wochen Versuchsdauer überwog der Einfluß der Fetteinbringung die Unterschiede in der Proteinquelle: die beste Leistung lag bei der FPC-Sprühfettgruppe, gefolgt von der Flockenfett-TMM-Gruppe.

In den anschließenden Wochen wurde in der TMM- Kontrollration Flockenfett gegen Sprühfett ausgetauscht.

Nach 2 Wochen konnten jetzt in der Kontrollgruppe die besten Zunahmen (1569 g/Tag) ermittelt werden, gefolgt von der FPC-Sprühfettgruppe mit 1313 g/Tag (FPC-Flockenfettgruppe 1300 g/Tag).

Erst die Optimierung des Fettangebotes erlaubte folglich die Umsetzung des höherwertigen TMM-Proteins in der Mastleistung. Aus den Ergebnissen muß geschlossen werden, daß bei Versuchen zum Milchproteinersatz auch die Fetteinbringung erhöhte Beachtung verdient.

Messungen der Lysinkonzentrationen im Pfortaderblut ergeben einen verminderten Plasmagehalt an Lysin bei den FPC-Rationen, der als repräsentativ für die Differenz in der Nährstoffversorgung anzusehen ist (Abb. 2).

So vermuten **GENSKOW** und **HARSHBARGER (1980)** wie auch **JENKINS** und **EMMONS (1982)**, daß die Ursache der beschriebenen Leistungsdepressionen bei hohen FPC-Gehalten in der verminderten Aufnahme einiger essentieller Aminosäuren begründet liegt, deren Konzentration dann unter die Bedarfsnorm einzelner Aminosäuren für junge Kälber absinkt.

Aufgrund von Plasmakonzentrationsuntersuchungen konnten vorgenannte Autoren nachweisen, daß es mit zunehmenden FPC-Gehalten in den Futterrationen zu einer Verminderung von Tyrosin und Histidin kommt.

Diese geringere Aminosäuren-Verfügbarkeit kann zusammen mit anderen Faktoren für die schlechteren Wachstumsergebnisse verantwortlich sein.

Auch **ROY** und **STOBO (1977)** konnten beim Vergleich von Sojaprotein und FPC als Milchproteinsubstitute feststellen, daß die Verdaulichkeit der Proteine und die Absorption der Aminosäuren geringer ist als bei Milchproteinen. Dabei schnitt FPC bedeutend besser ab als Sojaprotein. Der fäkale Trockensubstanzgehalt wie auch die Verdaulichkeitsquotienten für Futtertrockensubstanz und Rohprotein lagen bei FPC wesentlich höher.

Zur Erklärung dieser Befunde darf noch einmal auf die in Tabelle 2 niedergelegten Untersuchungsergebnisse verwiesen werden, die für Nicht-Milch-Proteine eine verminderte Magensaftsekretion und geringere proteolytische Aktivitäten im Labmagen belegen.

Trotz günstiger Ergebnisse, die den Vergleich mit Sojaprodukten (s. 2.5.2.1) nicht scheuen müssen, spielt FPC in der Fütterungspraxis hierzulande keine Rolle. Der Fischgeruch, der trotz weitestgehender Entfettung immer noch von FPC ausgeht, hat zwar keinen Einfluß auf das Verzehrverhalten von Kälbern, hält aber den Tierbesitzer nachhaltig vom Kauf FPC-haltiger Milchaustauscher ab.

2.5.1.3 PROTEINHYDROLYSATE

Proteinhydrolysate stellen ein Gemisch freier Aminosäuren und niedermolekularer Peptide dar, die meist durch Säureaufschluß, seltener enzymatisch, aus gereinigten Schlachtabfällen hergestellt werden.

Damit werden Voraussetzungen geschaffen, wie sie eigentlich erst im Labmagen nach Pepsin-HCl-Verdauung anzutreffen sind. Eine verbesserte Rohproteinverdauung müßte als praktische Folge dieser Behandlung erwartet werden.

BONSEMPIANTE und **PARIGI-BINI (1967 und 1968)** berichten über zufriedenstellenden Ergebnisse beim Einsatz von 3 - 5 % Proteinhydrolysat im Austausch mit 10 - 15 % Magermilchpulver im Milchaustauscher.

BURGSTALLER (1972) untersuchte in einem Kälbermastversuch die Verträglichkeit und Anwendungsmöglichkeit von Proteinhydrolysaten in zwei Mastabschnitten. 3 Tiergruppen erhielten Magermilchaustauschtränken mit niedrigen, mittleren und hohen Proteinhydrolysatanteilen (1.5, 3, 4.5 %), die im zweiten Mastabschnitt auf 2, 4 bzw 6 % erhöht wurden.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist Tabelle 7 zu entnehmen.

Tab. 7 : Übersicht der Ergebnisse von Proteinhydrolysaten in der Kälbermast (Mastdauer 83 Tage) (BURGSTALLER, 1972)

Gruppe	1	2	3	4
Proteinhydrolysat (%) (-/-)	(1.5/2)	(3.0/4)	(4.5/6)	
Lebendgewicht, kg				
Beginn	57.7	56.3	58.1	57.9
1.Mastteil	93.1	92.7	93.5	92.6
Ende	148.7	151.4	152.7	150.5
Tageszunahme in g				
1. Abschnitt	926	999	959	944
2. Abschnitt	1279	1271	1343	1262
gesamt	1112	1152	1146	1118
Tierzahl	10	12	12	12

Die geprüften Proteinhydrolysat-Konzentrationen wurden offensichtlich gut vertragen, auch wenn mit steigendem Anteil der Kot-Trockensubstanz-Gehalt abnahm. Unterschiede in der Wachstumsrate zwischen Kontroll- und Versuchsgruppen wurden nicht deutlich. Der Proteingehalt der Milchaustauschrationen war mit 24.5/21.3 % in Mast I/II allerdings so hoch gewählt, daß angesichts des geringen Leistungsniveaus über die Verwertung des Hydrolysatproteins nur unter Einschränkungen Aussagen getroffen werden können. So kann nur gefolgert werden, daß ca. 50 % des Ersatzproteins (max 3 % im Rationsprotein) zum Ersatz von Milchprotein beigetragen haben müssen. Dies überrascht angesichts der Aminosäuren-Zusammensetzung auch nicht sonderlich (Tab. 3), da aus größeren Anteilen Protein-Hydrolysat eine Deckung des Aminosäuren-Bedarfs nicht möglich sein dürfte.

2.5.2 PFLANZLICHE PROTEINFUTTERMittel

2.5.2.1 SOJAPROTEIN

Wohl kaum ein Eiweißträger wurde für den Milchproteinersatz so intensiv untersucht und gab den Wissenschaftlern so viele Rätsel auf wie die Sojabohne.

GORILL und THOMAS (1967) prüften in Kälberversuchen die Möglichkeit, Sojafineinmehl im Milchaustauschfüttermittel einzusetzen.

Starke Durchfälle und die Aktivität des Trypsin-Inhibitors bedingten hohe Gewichtsverluste. Die Autoren führten diese Resultate auf den Gehalt an Oligosacchariden zurück, die von den jungen Kälbern aufgrund der noch geringen Pankreassekretion und niedriger Enzymaktivität nicht vollständig verdaut werden konnten. Dabei gelangen teilverdaute Kohlenhydrate in den Dickdarm, die dort durch mikrobielle Fermentation in Produkte umgewandelt wurden, die über osmotische Effekte Diarrhoen hervorrufen und für Blähungen und Muskelschwäche der Tiere verantwortlich sein können.

Mit der Abtrennung höhermolekularer Kohlenhydrate wurde ein Proteinkonzentrat gewonnen, dessen Eiweißanteil 60 % betrug.

GORILL und NICHOLSON (1969) konnten mit diesem Produkt N-Verdaulichkeitswerte von 82 % beim Einsatz von 21.5 % Sojaprotein im Milchaustauscher nachweisen, im Vergleich zu 87 % einer Magermilchpulverration.

Ein erstes Handelsprodukt mit reduziertem Kohlenhydrat-Anteil (Hypro) wurde unter den Bedingungen der Kälbermast von **GROPP (1972 b)** geprüft. Eine Kontrollgruppe (n=7) erhielt eine Milchaustauschtränke mit 58 % TMM (23 % RP). In einer Hypro-Gruppe wurden im Futter nur noch 6 % TMM, aber 26 % Hypro (Rest: Süßmolke, Fett) angeboten. Die Leistung der Kontrollgruppe betrug nach 8 Wochen 1440 g LMZ/Tag bei 1.31 g Futter/g Zunahme. In der Hypro-Gruppe wurden 1325 g/Tag und 1.41 g Futter/g LMZ erzielt. Damit waren erstmals mit einem Sojaprodukt bei geringstem TMM-Anteil (6 %) absolut hohe Mastleistungen erreicht worden.

Versuche von **COLVIN** und **RAMSEY (1968)** zeigten, daß sich eine weitgehende Verbesserung des Futterwertes von Sojafeinmehl durch Säure- oder Alkalibehandlung ebenso wie durch enzymatische Hydrolyse erzielen ließ. Diese Erkenntnisse wurden später immer wieder bestätigt und ließen den Schluß zu, daß die Ergebnisse mit Sojaprotein um so schlechter ausfielen, je weniger die Proteinquellen vorbehandelt waren (**GROPP, 1972 b**).

Biologisch aktive Proteine, wie Protease-Inhibitoren und Hämagglutinine, konnten mit Dampfbehandlung zerstört werden. Dennoch blieb der nutritive Wert von Soja immer noch unter dem von Milchprotein.

Magen-Darmerkrankungen bis hin zu schwersten Störungen des Allgemeinbefindens wurden häufig erst nach mehreren Sojaprotein-Gaben deutlich.

Die Annahme, daß die Aufnahme von Soja eine gastro-intestinale Allergie provoziere, ließ sich mehr und mehr bestätigen.

SISSONS und **SMITH (1976)** versuchten über Labmagen- und Ileumfisteln die Digestapassagerate zwischen proximalem Duodenum und distalem Ileum bei jungen Kälbern festzustellen.

Die Versuche zeigten, daß schon nach mehreren Gaben von erhitztem Sojafeinmehl stark beschleunigte Darmpassageraten auftraten und sich damit die Netto-N-Absorption stark erniedrigte, im Gegensatz zu Tieren, welche die Versuchsmilch nur ein oder zweimal erhielten.

Auch **TERNOUTH** und **ROY (1975)** stellten ebenfalls erhöhte Digesta-Passageraten und verminderte Pankreas-enzymsekretion nach Soja-Gaben fest.

Schon 1967 hatte **VAN ADRICHEM** auf die Möglichkeit einer alimentären Allergie nach Sojaproteinmahlzeiten hingewiesen.

Untersuchungen von Serumproben einzelner Versuchstiere, die Soja-Mahlzeiten erhielten, ergaben positive Antikörper-Reaktionen gegen Sojaprotein.

KILSHAW und SISSONS (1979) bestätigten in ihren Versuchen das Vorhandensein spezifischer IgG-Antikörper, die sich vorallem gegen die Sojaglobuline Glycinin und β -Conglycinin richten.

Es konnte nachgewiesen werden, daß diese Antikörper für morphologische und histologische Veränderungen im gesamten Dünndarmbereich verantwortlich sind (**BARETT et al. (1978)**, **SEEGRABER, MORILL (1982)**, **KILSHAW, SLADE (1982)**, **PEDERSON, SISSONS (1984)**).

Untersuchungen der Darmvilli, Krypten sowie der Lamina propria ergaben erhebliche Strukturabweichungen: Zottenatrophie, immense Epithelschäden und ödematisierte Darmwände mit lymphocytären Infiltrationen sind das charakteristische Erscheinungsbild nach Sojaproteingaben. Daraus resultierend kommt es zu abnormen Darmbewegungen, die einen zu schnellen Digesta-Transport bewirken, der wiederum Durchfall und geringere Verdaulichkeit mit verminderter Nährstoffabsorption zur Folge hat.

Die Resistenz der Antigene Glycinin und β -Conglycinin gegenüber den im Magen-Darmtrakt befindlichen Proteasen konnten **SISSONS und PEDERSEN (1984)** aufzeigen.

Die beiden Soja-Globuline wurden in-vitro mit Rennin, Pepsin und Trypsin versetzt und ausreichend lange inkubiert. Die Resultate ließen erkennen, daß beide Antigene gegen Rennin und Trypsin resistent sind. β -Conglycinin wird von Pepsin ebenfalls nicht angegriffen, nur Glycinin kann der Pepsinaktivität nicht widerstehen.

Die Zerstörung dieser antigen wirkenden Globulinfraktionen war von nun an das Hauptziel der Sojaproteinforschung.

Verschiedene Behandlungsverfahren wie Dampferhitzung, Säure- oder Alkalibehandlung wurden schon früher erforscht und brachten nicht den gewünschten Effekt.

SISSONS und SMITH (1976) stellten in verschiedenen Experimenten fest, daß die Extraktion von fettfreien Sojafeinmehl mit einem heißen Ethanol-Wassergemisch ein Produkt zurückließ, das auch nach mehrmaligen Gaben keine Antikörperproduktion provozierte.

In einem neuen Versuch von **SISSONS** und **SMITH (1979)** sollten mehrere verschieden vorbehandelte Sojaproteine an jungen Kälbern untersucht werden. Dabei wurden wieder über Labmagen- und Ileumfisteln die Digesta-Passagezeiten bestimmt.

Produkt B	erhitztes Sojafeinmehl
Produkt M	fettfreies Sojafeinmehl mit Ethanol im Mengenverhältnis 1:1 extrahiert.
Produkt L	wie M aber Ethanol : Sojafeinmehl im Verhältnis 4:1
Produkt K	wurde insgesamt dreimal mit Ethanol im Mengenverhältnis 4:1 extrahiert.
Produkt D	entspricht dem Sojaprotein DANPRO-A und gleicht Produkt K in seiner Behandlung

Die Versuchsergebnisse zeigten, daß D und K die längsten Dünndarmpassagezeiten erzielten (2.5 und 2.6 Stunden), im Vergleich zu B mit nur 1.7 Stunden. Daraus ergaben sich auch für D und K weit höhere Netto-N-Absorptionswerte, welche diejenigen von Produkt B bis zu 50 % übertrafen.

Die Ergebnisse von Produkt L und M lagen zwischen diesen Resultaten, wobei L besser als M abschnitt.

Somit ist offensichtlich, daß die Behandlung mit heißem Ethanol die Zerstörung der toxischen wie allergenen Faktoren im Sojaprotein bewirkt.

Die Passagegeschwindigkeit der Digesta wird deutlich verringert, was durch die längere Verweilzeit im Dünndarm zu einer erhöhten Netto-N-Absorption führt.

Die Biologische Wertigkeit ist aber nicht von der Behandlung abhängig.

Über die Ethanol-Extraktion steht nun endlich ein Soja-Produkt zur Verfügung, das unbedenklich in der Kälberfütterung eingesetzt werden kann.

Über erfolgreiche Versuche von **GROPP (1975)** mit DANPRO-A und Molke wurde schon im Kapitel 2.5.1.1 Molke berichtet. Allerdings bleibt festzuhalten, daß mit DANPRO-A - auch nach Aminosäuren-Ergänzung - nach allen bisher vorliegenden Befunden nur ein partieller TMM-Ersatz ohne Leistungseinbußen möglich sein dürfte.

Die Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, daß etwa ein Drittel des Rationsproteins in der Kälberaufzucht aus DANPRO-A stammen kann (**GROPP, 1987 a**).

2.5.3 EINZELLERBIOMASSE (SCP)

Zahlreiche Versuche berichten über den Einsatz von Single Cell-Proteinen aus Hefe und Bakterien in der Tierfütterung (TOULLEC, 1969; VAN WEERDEN, 1970; PARUELLE et al., 1971; SHACKLADY, GATUMEL, 1972; MOTAGALLI et al., 1979)

Verschiedene Produkte werden auch als Milchproteinersatz diskutiert.

Hier sind zum einen die n-Alkanhefen mit einem Rohproteingehalt von 57 - 68 % anzuführen (KIRCHGESSNER, ROTH, 1973), zum anderen Bakterienproteinkonzentrate, die 75 - 83 % Roheiweiß enthalten (GROPP und BECK, 1975).

KIRCHGESSNER und ROTH (1973) konnten in einem Kälbermastversuch einen starken Verdaulichkeitsabfall fast aller Rohnährstoffe, vorallem von Rohprotein, bei einem Anteil von über 10 % Hefe in der Ration feststellen. Tabelle 8 informiert über die ermittelten Lebendmassezunahmen bei verschieden hohen Hefe-Konzentrationen.

Tab. 8 : Alkan-Hefen im Milchaustauschfutter
(Kälbermastversuch 58 - 152 kg KG,
Umstellung von Mast 1 auf Mast 2 bei etwa
100 kg Lebendgewicht)
(KIRCHGESSNER, ROTH, 1973)

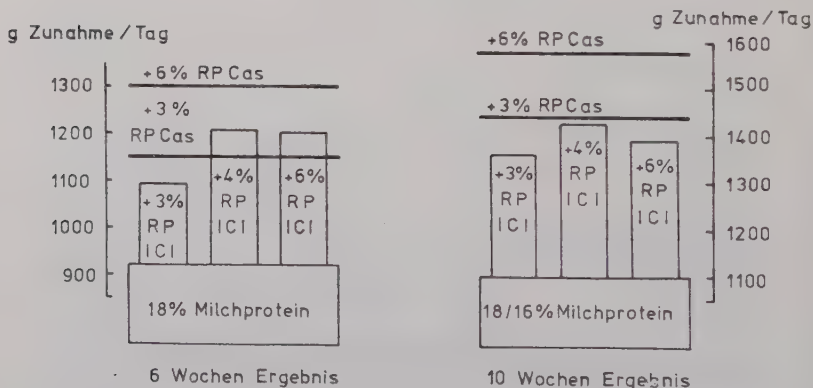
% Alkan-Hefen	0*	5	7.5	10
g Zunahme/Tag				
Kumulativ	1278	1253	1243	1199
Mast 1	1144	1087	1109	1007
Mast 2	1390	1395	1358	1361
g Futter/g Zunahme				
kumulativ	1.51	1.53	1.55	1.61
Mast 1	1.22	1.26	1.26	1.36
Mast 2	1.72	1.72	1.77	1.79

*Kontrollration 67 % bzw. 57 % MMP (Mast 1 bzw. Mast 2)

Die Ergebnisse lassen erkennen, daß es mit zunehmendem Hefeanteil zu kontinuierlich schlechteren Gewichtszugewinnen kommt. Die hohen Leistungs differenzen beruhen auf den geringen Zunahmen im 1. Mastabschnitt, die auch durch die verbesserten Ergebnisse im 2. Teil nicht zu kompensieren waren. Die geringere Proteinverdaulichkeit begrenzt nach Ansicht der Autoren den Einsatz von n-Alkanhefen im 1. Mastabschnitt auf 5 -7 % und im 2. Abschnitt auf 10 %.

Die Eignung von Bakterienproteinen in der Kälbermast wurde von GROPP und BECK (1975) untersucht. In einem zweigeteilten Mastversuch wurden zu einer Basalration mit 18 % Rohprotein (16% im 2. Mastabschnitt) Zulagen von 3, 4 und 6 % Rohprotein aus Pruteen* zugemischt, die mit Caseinzulagen von 3 und 6 % verglichen wurden. Die Futterration mit 4 % Pruteenzulage wurde aminosäurenäquivalent zur 3 % Caseinzumischung gehalten. Die Ergebnisse des 10-wöchigen Versuches sind aus Abbildung 3 zu ersehen:

Abbildung 3 : · Gewichtsentwicklung und Proteinangebot
(GROPP und BECK, 1975)
(ICI : Pruteen der Imperial Chemical Industries)



* Pruteen: Imperial Chemical Industries, LTD

Die Resultate zeigen, daß ein Einsatz von Bakterienprotein nur auf 6 - 7 % (25 % des Rationseiweißes) beschränkt bleiben soll. Dies wird bedingt durch das Schwefel-Aminosäuren-Defizit und einer niedrigen Lysinanflutung im Pfortaderblut nach Pruteen-Gaben, die als Parameter der Proteinverwertung anzusehen ist, ebenso wie durch die niedrigen Proteinverdaubarkeiten, die **GROPP** und **BECK (1975)** ermittelt haben. Messungen in der 5. Versuchswoche ergaben für Bakterienprotein eine scheinbare Verdaulichkeit von durchschnittlich 82.0 %. 3 Wochen später konnte ein mittlerer Wert von 89.0 % errechnet werden. Auch hier ist die für Milchersatzproteine charakteristische, altersabhängige Verbesserung der Rohproteinverdaulichkeit ersichtlich .

Diese Beobachtungen wurden von **BOUCHARD (1973)** bestätigt, der 2 Versuchsrationen mit 35 und 23 % Bakterienproteingehalt überprüfte. Dabei lagen die ermittelten Proteinverdaubarkeiten bei 87.9 % beziehungsweise bei 84.6 %.

Die Ursachen der geringeren Rohproteinverdaulichkeit konnten **SEDMAN** und **ROY (1985)** wieder über verschiedene Digesta-Passagezeiten erklären. Junge Kälber mit Duodenal- und Ileumfisteln erhielten verschiedene Testmahlzeiten mit Pruteen beziehungsweise Magermilchpulver. Die Ergebnisse zeigten eine deutliche negative Korrelation zwischen Pruteengehalt und scheinbarer Verdaulichkeit der Rohnährstoffe, deren Grund wie schon bei FPC und Sojaproteinen ermittelt, in einer stark beschleunigten Digesta-Passage zu sehen ist, die ihrerseits wieder geringeren enzymatischen Aufschluß der Proteine zur Folge hat.

Die Konzentrationen von SCP im Milchaustauscher werden aufgrund dessen und in Übereinstimmung mit Praxiserfahrungen 5 -7 % nicht überschreiten können.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Die Verfütterung von sogenannten Kälbernährmehlen hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung verloren. Diese feinvermahlenden Kraftfuttermischungen aus hochverdaulichen Einzelkomponenten wurden jungen Aufzucht-kälbern bei Magermilchmangel als Beifutter zur Tränke angeboten und sollten nach den DLG-Standardbestimmungen mindestens 28 % Roheiweiß, 3 % Fett und höchstens 8 % Rohfaser enthalten (KELLNER u. BECKER, 1962).

Als Futterbestandteile wurden meist Leinkuchenmehle, gemahlene Ölsaatrückstände von Sojabohnen oder Kokosfrüchten verwendet, weiterhin konnten Tiermehle, Mühlennachprodukte und andere pflanzliche Eiweißfuttermittel in diese Mischungen eingebracht werden. Diese Futtermittel wurden ab der 2. Lebenswoche als Trockenfutter angeboten, wobei jedoch die Aufnahme erst ab der 6. Woche stark anstieg.

Von diesen Erfahrungen ausgehend, sollte für die Verwendung in der Kälberaufzucht ein magermilchfreies Futter entwickelt werden, das anstelle eines Milchaustauschers klassischer Zusammensetzung als Tränke gegeben werden kann. Wenn einzelne Versuchstypen auch in der Kälbermast geprüft wurden, so ist dies nur im Zusammenhang mit der schärferen Prüfung zu sehen, die Futtermittel bei der Verwendung als Alleinfuttermittel erfahren.

Als Hauptproteinträger sollte Geflügelmehl dienen, begleitet von Ackerbohnen und Leinsamenmehl. Kokoskuchen wurde in erster Linie als Träger der für das Kalb wichtigen C_{12} - und C_{14} -Fettsäuren eingesetzt. Alle Komponenten wurden einer besonders feinen Vermahlung unterzogen, um ein allzuschnelles Absinken nicht wasserlöslicher Partikel in der Tränke zu vermeiden.

Fett wurde teilweise als Knochenfett mechanisch eingemischt, bei höheren Fettkonzentrationen diente ein Sprühfettkonzentrat auf Lactose-Basis als Fett-Träger. In den Aufzuchtfuttern wurden Sauermolke als Lactose-träger eingesetzt, in die Masttypen zusätzlich Lactose eingebracht.

Zur Erhöhung der "Sicherheit" des zu prüfenden Fütterungssystems wurden den Mischungen verschiedene organische Säuren, Amylase und Proteasen sowie Lactobacillen zugesetzt.

Leistungsgleichheit zu einem klassischen Milchaustausch-futtermittel wurde von vornherein nicht angestrebt, vielmehr sollten Leistungseinbußen durch höhere Futtergaben und längere Fütterungsdauer mittelfristig ausgeglichen werden. Die verschiedenen Versuchsfuttermischungen wurden mit handelsüblichen 60 % Magermilch-Milchaustauschern in Fütterungsversuchen verglichen.

GEFLÜGELSCHLACHTABFÄLLE

In den Geflügelschlachtbetrieben fallen außer Federn auch die Köpfe, Ständer, Blut und Eingeweide der verarbeiteten Tiere an. Diese Abfälle können, abgesehen von den Federn, bis zur Desinfektion erhitzt und anschließend getrocknet und vermahlen werden.

Das dabei entstehende Abfallmehl stellt ein wertvolles Eiweißfuttermittel dar, das in großen Mengen anfällt und in der Tierfütterung eingesetzt werden kann.

Tierversuche in der Geflügel-, Fisch- und Schweinehaltung haben gezeigt (HARMS et al., 1957; GROPP, 1984;

STEFFENS, 1985), daß Geflügelmehle durch ihre günstige Aminosäurezusammensetzung und den hohen Rohproteinanteil von 55 - 63 % gut in der Lage sind, einen Teil des Rationseiweißes zu ersetzen.

Über den Rohnnährstoff-, den Mineralstoff- und Spurenelementgehalt und die Aminosäurezusammensetzung gibt Tabelle 9 Auskunft.

Weitere Angaben über physiologische beziehungsweise biologische Eigenschaften liegen nicht vor.

Tab. 9 : PRODUKTSPEZIFIKATION GEFLÜGELSCHLACHTABFÄLLE

Rohnährstoffe, Mineralien und Spurenelemente					
Trockensubstanz	%	94.2	Rohasche	%	11.4
Rohprotein	%	61.9	Rohfett	%	14.9
Ca	g/kg	24.8	Mg	g/kg	0.89
P	g/kg	16.8	Na	g/kg	1.73
K	g/kg	2.5	Cu	mg/kg	26.7
Zn	mg/kg	119.8	Fe	mg/kg	705.0
Mn	mg/kg	17.7			
Aminosäuren- Konzentration (g AS/kg)					
Asparaginsäure		57.6	Methionin		15.1
Threonin		26.7	Isoleucin		23.3
Serin		32.2	Leucin		45.3
Glutaminsäure		81.2	Tyrosin		22.3
Prolin		44.6	Phenylalanin		26.8
Glycin		60.4	Histidin		10.5
Alanin		39.4	Lysin		32.8
Cystin		12.1	Arginin		48.3
Valin		31.1			

Lieferantenangaben der Südoldenburger Tierfrischmehl-Anlagen-gesellschaft, Moore-Diepholz

ACKERBOHNEN

Die Ackerbohne ist in den letzten Jahren immer mehr als Lieferant von Stärke und Rohprotein, vorallem in der Schweinemast, in den Vordergrund getreten. Ihr Rohproteinanteil beläuft sich auf etwa 26 % und macht durch dessen gute Verdaulichkeit und hohen Lysingehalt (6 - 8.5 g/16 g N) die Ackerbohne zu einem wichtigen pflanzlichen Eiweißfuttermittel (BURGSTALLER, 1985).

LEINSAMENMEHL

Leinsamen wird schon seit langem in der Kälberaufzucht bei der Umstellung der jungen Tiere von Vollmilch auf Magermilch verwendet.

Der besondere Wert beruht, abgesehen von dem hohen Fettgehalt (ca. 33 %) und dem relativ hohen Proteinanteil von etwa 23 %, auf der günstigen diätetischen Wirkung des Leinsamens.

Hier sind vorallem die Schleimstoffe anzuführen, ein Gemisch aus mehreren Kohlenhydraten, die in der Schale angereichert sind und mit warmen Wasser zusammen aufquellen. Gemeinsam mit dem hohen Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren wird dadurch eine darmreinigende Wirkung entfaltet (NEHRING, 1967).

WEIZENKLEBER

Weizenkleber ist ein weiteres eiweißreiches Futtermittel pflanzlicher Herkunft, das bei der Rohstärke abscheidung als Rückstand anfällt und getrocknet wird. Dieses Produkt besteht hauptsächlich aus Klebersubstanz und nur zu einem geringen Anteil aus Stärkemehl. Der Proteingehalt wird mit 74 % angegeben. Durch den guten Geruch und Geschmack wird der Weizenkleber von Kälbern gerne aufgenommen. Die Wertigkeit von Kleberprotein ist wegen des niedrigen Lysin- und Tryptophangehaltes dagegen gering einzuschätzen (KUMMER, 1967).

WEIZENQUELLMEHL

Weizenstärke, die auf Walzentrocknern thermisch behandelt wurde, hat ein hohes Quellvermögen und ist daher für die Verwendung in Milchaustauschfuttermitteln gut geeignet, da sie längere Zeit in Suspension bleibt. Stärke, die durch Hitzebehandlung aufgeschlossen wird, ist auch für junge Kälber besser verdaulich und verwertbar.

ANILAC N

Anilac N ist ein sprühgetrocknetes Produkt der Fa. Meggle, Wasserburg, aus teilentzuckerter, saurer Molke nach Neutralisierung.

Durch den teilweisen Lactoseentzug wird der Proteinanteil dieses Produktes auf mindestens 23 % eingestellt.

Anilac N enthält:

23-25 % Molkenprotein

36-39 % Lactose

24-26 % Mineralstoffe

Diese Nährstoffgehalte zeichnen Anilac N als Träger von biologisch hochwertigem Eiweiß aber auch von Kohlenhydraten, Mineralstoffen und Vitaminen aus. Eine weitere wertvolle Eigenschaft ist der hohe Lysinanteil von 8 % mit einer freien Verfügbarkeit von über 95 %. Anilac N kommt aus diesem Grund oft als Aufwertung anderer Proteinquellen zum Einsatz. (Produktinformation der Fa. Meggle, 1981)

MICAFETT 60

Dieses Fettkonzentrat, das ebenfalls von Fa. Meggle hergestellt wird, ist ein speziell für magermilchfreie Milchaustauscher entwickeltes Futterfett, auf der Basis von 32 % Lactose, 60 % tierischen und pflanzlichen Fetten* sowie 5.5 % Protein, 1.5 % Asche und 1 % Wasser. Micafett 60 garantiert eine feine Fettverteilung und ausgewogene Fettsäuren-Zusammensetzung.

* Fettzusammensetzung s. Anhang V, Tabelle V-5
(Produktinformation der Fa. Meggle, 1983)

KOKOSKUCHEN

Die gute Verdaulichkeit und Verträglichkeit einzelner Futterfette im Milchaustauscher hängen unter anderem vom Anteil der mittelkettigen Fettsäuren ab.

In Milchaustauschfuttermischungen bietet sich die Verwendung von Kokosfett an, das Träger hauptsächlich mittelkettiger Fettsäuren (Laurin- und Myristinsäure) ist und damit (wegen des Vorkommens der prägastrischen Esterase) beim problemlosen Butterfettersatz nahezu unverzichtbar ist (GROPP, 1982).

Die Verdaulichkeit von Kokosfett bei Kälbern beträgt 93 - 95 % (DLG-Futtermitteltabellen, 1962), die von Butterfett bewegt sich zwischen 92 % und 99 % . Da Kokosfett meist relativ teuer und zweckmäßigerweise nur über ein Mischfett in die Ration einzubringen ist, wurde Kokoskuchen als Fett- (und Protein-) quelle eingesetzt.

JOHANNISBROTMEHL

Die Frucht des Johannisbrotbaumes besitzt einen hohen Anteil an Gerbsäure, die vorallem bei Durchfall-erkrankungen eine darmregulierende Wirkung entfaltet und auch prophylaktisch eingesetzt werden kann.

MICROFERM

Microferm der PLATE BONN GmbH, Bonn, ist ein Konzentrat gefriergetrockneter, lebensfähiger Milchsäurebakterien, die zur Familie von Streptococcus faecium gehören. Durch die Errichtung einer mikrobiellen Barriere werden schädliche Keime zurückgedrängt, das biologische Gleichgewicht der Darmmikroflora bleibt erhalten.
(Produktinformation der PLATE BONN GmbH)

PROTEASEN

Dieses Gemisch verschiedener Endopeptidasen, das durch die Fermentation von Bac. subtilis var. hergestellt wird, besitzt eine breite Substratspezifität und spaltet bei pH 6.5 - 8.0 lösliche Proteine, wie sie in tierischen und pflanzlichen Proteinen enthalten sind, zu Peptiden oder Hydrolysaten mit geringerem Molekulargewicht.
(Produktinformation der Fa. Diamalt, München, 1986)

CITRONENSÄURE / FUMARSÄURE

Den zur Konservierung von Vorratstränken, die meist kalt verabreicht werden, verwandten organischen Säuren wird eine gewisse Schutzfunktion gegen E. Coli-Erkrankungen zugeschrieben. Zumindest wird dieses als praktische Erfahrung aus Problembetrieben berichtet (MEIJER, BOXEM, 1973; von BOTHMER, 1976). Deshalb wurde auch den eigenen Mischungen Citronen- und Fumarsäure zugesetzt.

AVOTAN

Avotan ist ein Leistungsförderer , der das Glykopeptid-antibiotikum Avocarpin enthält.
(Produkt der American Cyanamid Company, Wayne, N.J., USA)

GUAR

Das aus dem Endosperm des Guarsamens (Cyamopsis tetragonoloba) gewonnene Polysaccharid GUARAN, bestehend aus Mannose und Galaktose, besitzt ein hohes Wasserbindungsvermögen und ergibt in warmen oder kalten Wasser eine hochvisköse, kolloidale Lösung, die zur Stabilisation von Milchaustauschtränken ausgezeichnet geeignet ist. Diastabilisator SH ist ein spezielles aus Guar gewonnenes Produkt der Fa. Diamalt, 8000 München.

3.1 VORVERSUCH

Zur grundsätzlichen Prüfung des Versuchskonzepts auf Verträglichkeit und Akzeptanz wurde ein Vorversuch an insgesamt 4 Kälbern durchgeführt.

3.1.1 VERSUCHSPLAN UND DURCHFÜHRUNG

Drei verschiedene Milchaustauschfuttermischungen auf der Basis von Geflügelschlachtabfällen, Sauermolke, Leinsamenmehl und Ackerbohnen als Proteinquellen, sollten an vier jungen Kälbern im Alter von zwei bis drei Wochen verfüttert werden.

3.1.1.1 Versuchsanstellung

MAT-A wurde an zwei Kälber verfüttert, Mat-B an ein Tier. Beide Milchaustauscher enthielten Geflügelschlachtabfälle und eine Mischung verschiedener pflanzlicher Proteine (Leinsamenmehl : Kokokuchen : Ackerbohnen : Weizenkleber : DANPRO A wie 2.46 : 1 : 2 : 1 : 1) als Proteinquelle.

Im MAT-B war der Anteil von Sauermolke und damit der Lactose-Gehalt zu Lasten der pflanzlichen Proteine erhöht. Diese beiden Rezepturen wurden in einem Aufzucht-Tränke-Regime gefüttert. Zum Vergleich diente ein Kalb, welches ein konventionelles Milchaustauschfutter zur Aufzucht mit 60.5 % MMP erhielt.

Später wurde eine Mischung (MAT-C), in der die pflanzlichen Proteinträger durch Geflügelmehl ersetzt waren, an ein 4. Kalb gefüttert. MAT-C wurde hier über 8 Wochen als Alleinfutter verabreicht.

Über die Versuchsanlage unterrichtet Tabelle 10.

Tab. 10 : VERSUCHSANLAGE

GRUPPE	(K)	(A)	(B)	(C)
FUTTER-CODE	MAT-K	MAT-A	MAT-B	MAT-C
verfüttert als	EF*	EF*	EF*	AF**
Tierzahl	1	2	1	1
Proteingehalt (% d.T) der Futtermischungen	26.0	32.4	33.1	33.1
Proteinquellen (% der Futtermischung)				
Magermilchpulver	60.5	----	----	----
Geflügelmehl	----	22.7	19.3	45.0
Sauermolke	----	10.0	17.0	10.0
Plan-Prot-Mix ***	----	37.3	31.7	----

* EF: Ergänzungsfutter

** AF: Alleinfutter

*** Plan-Prot-Mix: Leinsamenmehl:Kokoskuchen:Ackerbohnen:
Weizenquellmehl:DANPRO A = 2.46:1:2:1:1

3.1.1.2 Tiermaterial

Für den Aufzuchtversuch wurden 4 männliche Deutsche Braunviehkälber im Alter von zwei bis drei Wochen und einem Durchschnittsgewicht von 51.1 kg (48.6 kg bis 54.9 kg) ausgewählt.

Ration MAT-C wurde an ein etwa zwei Wochen altes, männliches Deutsches Fleckviehkalb (Gewicht zu Versuchsbeginn: 57.6 kg) gefüttert.

3.1.1.3 Tierhaltung

Die Versuchskälber wurden in Einzelboxen auf Lattenrosten, ohne Einstreu, angebunden gehalten.

Vor jeder Boxe ließ sich ein Holztrog anbringen, in den Heu und Kraftfutter individuell zugeteilt werden konnte. Das Kraftfutter wurde innerhalb des Troges in einer 25 cm x 35 cm x 10 cm großen Plastikwanne angeboten, wodurch sich eine relativ genaue Kraftfutterrückwaage ermitteln ließ.

Ebenso verfügte jede Boxe über eine Selbsttränkeeinrichtung.

Die Kälbern wurden über Nippelleimer getränkt.

Die Raumtemperatur war auf ca. 18 - 20 Grad Celsius eingestellt.

3.1.1.4 Fütterung

Während der ersten Versuchswoche sollten die Tiere vorsichtig angefüttert werden. Aus diesem Grunde bestanden die ersten Mahlzeiten aus einer Elektrolytmischung (weiterhin als Elix bezeichnet), die, in warmen Wasser aufgelöst, den Tieren angeboten wurde, um die Futterumstellung so schonend wie möglich durchzuführen.

Je 2 Liter dieser Tränke (entspricht einer Mahlzeit) enthielten 22 g der Elektrolytmischung und 44 g Glucose. Alle Kälber erhielten davon 2 Mahlzeiten reine Elektrolyttränke und 2 Mahlzeiten, bestehend aus 1 l Elix und 1 l Milch.

Zusammensetzung der Elektrolytmischung (Elix):

Aminoessigsäure	31.79 %
Citronensäure x H ₂ O	2.47 %
Kaliumcitrat x H ₂ O	0.62 %
Kaliumdihydrogenphosphat	20.99 %
NaCl	44.13 %

FÜTTERUNGSREGIME

Die Fütterung der Milchaustauschtränken erfolgte zweimal täglich.

Ab der 2. Versuchswoche wurde Heu und ab der 3. Woche Kraftfutter den Aufzuchtgruppen ad libitum angeboten.

Jeweils nach der Morgenfütterung bekamen die Kälber Heu und Kraftfutter frisch zugeteilt.

Nichtaufgenommene Tränke wurde nach jeder Mahlzeit zurückgewogen, Heu und Kraftfutter dagegen nur einmal täglich.

Das Kontrollkalb (K) erhielt einen handelsüblichen Magermilchaustauscher für Aufzucht der Fa. Meggle, Wasserburg (IN-K 1500, 60.5 % MMP, Produktspezifikation im Anhang).

Als Kraftfutter wurde ein Produkt der Fa. Dr. Zentz, Feldmoching, verwendet, das unter dem Namen "Kälberstarter" auf dem Markt ist.

Das Heu entsprach einer guten Futterqualität.

Das Fütterungsregime der Versuchstiere (K), (A), (B) und (C) wird in Tabelle 11 beschrieben.

Tab. 11 : Fütterungsregime: Tagesfuttermenge in g MAT
(1 Tränke); 2 Mahlzeiten pro Tag

GRUPPE	(K)	(A) und (B)	(C)
CODE	MAT-K	MAT-A/ MAT-B	MAT-C
Woche			
1 *			:
2	800 g (6.0)	1200 g (6.0)	: 1200 g (6.0)
3	800 g (6.0)	1200 g (6.0)	: 1400 g (7.0)
4	600 g (6.0)	1000 g (6.0)	: 1600 g (8.0)
5	600 g (6.0)	1000 g (6.0)	: 1800 g (9.0)
6	600 g (6.0)	1000 g (6.0)	: 2000 g (5.0)
7	600 g (6.0)	1000 g (6.0)	: 2200 g (5.5)
8	400 g (4.0)	600 g (4.0)	: 2400 g (6.0)
9	400 g (4.0)	600 g (4.0)	:
10	200 g (2.0)	300 g (2.0)	:

- * Zu Versuchsbeginn erhielten die Tiere über einen Zeitraum von 2 Tagen die Elektrolyttränken (Elix). Bei den Aufzuchtstieren bestanden die ersten 5 Mahlzeiten aus je 240 g MAT-K (2.5 l), eine weitere Mahlzeit enthielt 360 g MAT-K in 3 Liter Tränke. Das Kontrollkalb bekam daraufhin 8 Mahlzeiten mit je 360 g MAT-K (3.0 l), den Tieren der Gruppen (A) und (B) wurden ebenfalls zu 8 Fütterungszeiten eine Tränke, bestehend aus 180 g MAT-A/MAT-B und 180 g MAT-K (3.0 l) angeboten. Kalb (C) erhielt in der ersten Woche nach den Elektrolyttränken 4 Mahlzeiten mit je 500 g MAT-C in 2.5 Liter Tränke. Anschließend wurden 600 g MAT-C in 3 Liter Tränke über 6 Mahlzeiten angeboten

FUTTERZUSAMMENSETZUNG der VERSUCHSRATIONEN

Die Zusammensetzung der verschiedenen Futtertypen MAT-A, MAT-B und MAT-C ist aus Tabelle 12 ersichtlich.

Die Komponenten Geflügelmehl, Leinsamenmehl, Kokoskuchen und Ackerbohnen waren vor der Vermischung einer Feinvermahlung unterzogen worden *¹.

Tab. 12 : ZUSAMMENSETZUNG der FUTTERTYPEN

(Anteile in %)

Code	MAT-A	MAT-B	MAT-C
Geflügelschlachtabfälle	22.70	19.30	45.00
Leinsamenmehl	12.30	10.45	5.00
Kokoskuchen	5.00	4.25	-
Ackerbohnen, getoastet	10.00	8.50	-
Weizenkleber	5.00	4.25	-
DANPRO A * ²	5.00	4.25	-
FPC * ²	-	3.00	-
Casein	-	3.00	-
Lactose	-	-	10.00
Sauermolkenpulver	10.05	17.00	9.85
Anilac N	5.00	5.00	-
Glucose	3.20	-	2.25
Weizenquellmehl	5.00	5.00	-
Knochenfett	7.00	7.00	-
Micafett 60	-	-	22.00
CaHPO ₄ x 2 H ₂ O	1.50	1.50	-
NaCl, Jodiert	0.30	0.30	0.10
Guar Diastabilisator SH	3.00	2.55	2.00
Johannisbrotmehl	2.00	1.70	1.00
Zitronensäure	1.00	1.00	1.00
Fumarsäure	0.50	0.50	0.50
Microferm	0.10	0.10	0.10
Avotan (1 %)	0.04	0.04	0.04
Proteasen	0.01	0.01	0.01
DL-Methionin	0.10	0.10	-
Vitamin-Vormischung	0.60	0.60	0.60
Spurenelementvormischung	0.10	0.10	0.05
Chromoxid	0.50	0.50	0.50
	100.00	100.00	100.00

*1 Herrn E. Müller, Fa. Interquell, Großaitingen, wird für sein freundliches Entgegenkommen herzlich gedankt.

*2 s. Produktspezifikation im Anhang

FUTTERCODE - KURZCHARAKTERISIERUNG

MAT-A	Geflügelmehl - Leinsamen - Ackerbohnen
MAT-B	Geflügelmehl - Casein - FPC
MAT-C	Geflügelmehl(45) - Lactose - Mica

Tab. 13 : SPURENELEMENT - VORMISCHUNG

Fe	(als Citrat)	100.0 mg
Zn	(als Acetat)	80.0 mg
Mn	(als Sulfat)	80.0 mg
Cu	(als Acetat)	12.0 mg
J	(als K-Jodid)	2.5 mg
Co	(als Sulfat)	1.0 mg
Se	(als Na-Selenit)	0.5 mg
F	(als Na-Fluorid)	5.0 mg
Mg	(als Oxid)	70.0 mg

Angaben beziehen sich auf ein Gramm der Vormischung
(= pro kg des fertigen MAT-A bzw. MAT-B)

Tab. 14 : VITAMIN - VORMISCHUNG
(auf der Basis von Sojafeinmehl)

Retinol	9.0 mg
Cholecalciferol	66.0 mg
α -DL-Tocopherolacetat	72.0 mg
Menadion	2.4 mg
Thiamin	10.8 mg
Riboflavin	14.4 mg
Pyridoxin	6.0 mg
Cobalamin	60.0 μ g
Biotin	180.0 μ g
Folsäure	360.0 μ g
Ca-Pantothenat	36.0 mg
Nicotinsäure	108.0 mg
Cholin	900.0 mg
Ascorbinsäure	180.0 mg

Angaben beziehen sich auf 6 Gramm der Vormischung
(= pro kg des fertigen MAT)

CHEMISCH - ANALYTISCHE FUTTERUNTERSUCHUNGEN

Rohnährstoffgehalt

In Tabelle 15 werden die Analysenwerte für Rohnährstoffe, die durch die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Kiel (LUFA) ermittelt wurden, eigenen Analysendaten gegenübergestellt.

Tab. 15: **Rohnährstoffe** (% der Trockensubstanz)
(Eigene Analysendaten in Klammer)

Untersuchungsberichte LUFA Kiel vom 1.7.1986 und 20.8.1986
(F 127/86 Ht, F 128/86 Ht, F 129/86 Ht und F 1835/86 Ht; für KF *1 und Heu vom Hauptversuch (s. Tabelle 27).

Futtercode	MAT-K LUFA	MAT-A LUFA	MAT-B LUFA	MAT-C LUFA	KF *1 LUFA	HEU LUFA
ROHWASSER	2.4(4.8)	6.8(7.0)	6.6(7.1)	2.8(5.3)	12.8(12.5)	13.2(8.5)
ROHASCHE	8.0	9.0	9.3	7.9	9.5	9.1
ROHPROTEIN	26.0(28.6)	32.4(32.4)	33.1(33.4)	32.1(31.8)	22.1(21.4)	7.7(7.3)
ROHFETT	15.5	17.3	16.3	23.7	3.4	1.3
ROHFASER	0.3	2.7	2.3	0.7	9.8	33.5
NFE	50.2	38.6	39.0	35.6	55.2	48.4
STÄRKE	4.1	9.7	8.8	1.1	12.9	
GESAMT- *2 ZUCKER		4.3	1.4	3.1	11.6	
LACTOSE	40.7 *3	9.9	15.2	25.8		
CALCIUM	1.2	1.5	1.6	1.9	1.2	0.9
PHOSPHOR	0.8	1.2	1.2	1.1	0.9	0.1
BRUTTO- ENERGIE (kJ/gT)	- (20.66)	- (20.47)	- (20.27)	- (21.97)	- (17.73)	- (17.22)

MAT-K: Milchaustauschfutter 1500 (Aufzucht) der Fa. Meggle, Wasserburg

*1 KF: Kraftfutter Feldmochinger Kälberstarter

*2 Zucker nach Inversion als Saccharose berechnet abzüglich dem Lactosegehalt von MAT-K wurde anstelle der reduzierenden Zucker der Lactosegehalt bestimmt.

Siebanalyse

Die Partikelgrößen der Futterbestandteile und deren prozentuale Anteile in den einzelnen Milchaustauschfuttermischungen sind für die Verdaulichkeit der jeweiligen Ration von wichtiger Bedeutung.

Aus diesem Grunde wurden von den Futtertypen MAT-A, MAT-B und MAT-C Siebanalysen durchgeführt, die über den Feinheitsgrad der einzelnen Mischung Aufschluß gaben.

Hierzu wurde eine Sieb- und Schüttelmaschine der Fa. Retsch, Typ "Plan", mit 7 Prüfsieben der Maschenweite 0.125, 0.180, 0.250, 0.355, 0.500, 0.900 und 1.000 mm sowie eine Siebpfanne verwendet.

Für die Siebe der Grössen 0.125 mm bis 0.355 mm wurden als Siebhilfen kleine Nylonbürsten und für die gröbermaschigen Siebe je 10 Glaskugeln benützt.

Die Futterrationen wurden zweimal bei einer Schwingungsintensität von 100 (entspricht 300 Schwingungen pro Minute) über einen Zeitraum von 60 Minuten auf ihre Partikelgrößen analysiert.

Auf diese Art sind die am besten reproduzierbaren Werte zu ermitteln (W.ELERAKY, 1985).

Eine Übersicht der Ergebnisse gibt Tabelle 16.

Tab. 16 : Siebanalyse der Milchaustauschfuttermischungen

Prozentuale Anteile der Siebfraktionen

Sieb (mm)	MAT-A	MAT-B	MAT-C
Boden	----	----	----
> 0.125	4.4	15.0	23.2
> 0.180	27.6	43.8	41.3
> 0.250	42.7	21.9	24.2
> 0.355	11.3	11.3	7.1
> 0.500	13.8	6.4	3.6
> 0.900	0.05	0.4	0.2
> 1.000	0.15	1.2	0.4

Absetzgeschwindigkeit

Eine weitere wichtige Anforderung an eine Milchaustauschrationsmischung ist ihre Fähigkeit, mit Wasser zusammen eine stabile Suspension zu bilden, die ein zu schnelles Absetzen von Futterbestandteilen im Tränkeeimer über einen längeren Zeitraum hinweg verhindert.

Für diese Untersuchung wurden bei einer Anrührtemperatur von 38.0 Grad Celsius verschiedene Tränkkonzentrationen von den Mischungen MAT-A, MAT-B und MAT-C hergestellt, in ein 500-ml-Zylinderglas eingefüllt und mit einer Stoppuhr die Absetzgeschwindigkeit gemessen.

Alle Konzentrationen der einzelnen Futtertypen, sowohl 150 g/l als auch 200 g/l, zeigten weder nach 10, 20 oder 30 Minuten die Tendenz, sich abzusetzen. Hieraus konnte gefolgert werden, daß die hier beschriebenen Futterzusammensetzungen eine stabile Tränksuspension ausreichend lange garantieren.

3.1.1.5 Versuchsdurchführung

Die Kälber wurden einmal wöchentlich gewogen.

Die Futterverzehrsmessung erfolgte täglich.

Für die einzelnen Tiere konnte somit **Lebendmasse-**
zunahme LMZ und der **Futterverzehr FVZ** bestimmt werden.

Ab der 2. Versuchswoche wurde wöchentlich an 3 Tagen Kot-
proben gesammelt, die auf

Konsistenz,
Trockensubstanz-,
Chromoxid-,
Rohprotein- und
Energiegehalt

untersucht wurden.

Durch den 0.5 %igen Futterzusatz von Chromoxid als Indikator konnte aus dessen Konzentration und den Gehalten an Trocken-
substanz, Rohprotein und Energie in Kot und Futter auf die
scheinbare Rohnährstoffverdaulichkeit V geschlossen werden.

BLUTUNTERSUCHUNGEN

Blutentnahmen für klinisch-chemische Analysen wurden bei
den Aufzuchttieren jeweils am ersten Tag der Versuchs-
wochen 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 durchgeführt.

Bei dem Kalb der Ration MAT-C wurde nur in der
2., 5., 6. und 8. Woche Blut gewonnen.

Hierzu wurde um 6 Uhr morgens den Kälbern einen Dauer-
katheter in die Vena jugularis gelegt.

Die ersten Blutproben wurden 2 Stunden nach der Einführung
des Katheters, kurz vor der Fütterung, entnommen (Probe 0).
Die weiteren Probenentnahmen erfolgten exakt 1, 2, 4, 6 und
8 Stunden nach der Morgenfütterung(Probe 1, 2, 4, 6, 8).

Es wurden folgende **Blutparameter** untersucht:

Probe 0:

**Hämoglobin, Glucose, Insulin, Harnstoff,
GOT, GPT, Gamma-GT, Alkalische Phosphatase,
Kreatinin**

Probe 1, 2, 4, 6, 8:

Glucose, Harnstoff

Für die Beurteilung des Ablaufes der Umstellung der Aufzuchttiere (vom pseudomonogastrischen auf den polygastrischen Verdauungsstatus) wurde wöchentlich Parotisspeichel gewonnen und darin die **Natrium-, Kalium- und Phosphorkonzentration** ermittelt.

Eine **quantitative Harnsammlung** erfolgte in der 2. und 7. Woche, jeweils über 3 Tage hinweg (nur bei den Aufzuchttieren).

Einzelheiten der Probennahme und Probenanalytik finden sich in Anhang I.

3.1.2 VERSUCHSVERLAUF

Die Kälber wurden noch am Ankunftstag in ihre Gruppen eingeteilt und erhielten prophylaktisch Vitamin AD₃E- und Omnamycin forte *¹- Injektionen.

Am darauffolgenden Tag wurden die Tiere mit einem Pasteurella-Impfstoff *², der nasal appliziert wurde, und mit dem Paramunitätsinducer PIND-AVI *² behandelt. Diese Maßnahmen mußten nach 14 Tagen wiederholt werden.

Als weitere Prophylaxemaßnahme wurde eine orale Salmonella-Impfung *² durchgeführt (14 Tagesdosen). Die langsame Umstellung auf die Aufzuchtrationen MAT-A und MAT-B erfolgte innerhalb einer Woche.

Alle Aufzucht-kälber nahmen von der ersten Mahlzeit an die Tränken gut auf.

Noch in der ersten Versuchswoche erkrankten, trotz der umfassenden prophylaktischen Maßnahmen, die beiden Tiere der Gruppe (A) und auch das Kontrollkalb.

- (A) Kalb Nr.1 - Labmagentympanie mit wäßrigem Durchfall am 3. Versuchstag. Nach Buscopan-Compositum-Injektion und Kreislauftherapie schnelle Besserung.
In der 2. Woche Erkrankung an einer katarrhalisch-eitrigen Bronchopneumonie.
- (A) Kalb Nr.2 - das Tier war vom Transport stark erschöpft und erkrankte an einer schweren Bronchopneumonie. Das Kalb ist nach intensiver antibiotischer Therapie klinisch gesundet.
- (K) Kalb Nr.4 - zu Versuchsbeginn leichter Durchfall, der nach kurzer Futterrestriktion behoben wurde. Auch dieses Tier erkrankte in der 2. Woche an einer Infektion der Atmungsorgane. Nach 4 Tagen antibiotischer Behandlung besserte sich das Allgemeinbefinden.

In der 4. Versuchswoche stürzte das Kalb bei der wöchentlichen Wiegung und zog sich eine schwere Tarsitis und Tendovaginitis am rechten Hinterbein zu.

*1 Omnamycin-forte Suspension (Hoechst AG) , 1 ml enthält: 200.000 i.E. Procain- Penicillin G und 200.000 i.E. Dihydrostreptomycinsulfat und Omnadin entspr. 1 ml konz. Lösg.

*2 PIND-AVI, Paramunitätsinducer aus inaktivierten Avipox-Viren, Pasteurella- und Salmonella-Impfstoff, entwickelt und bezogen vom Institut für Med. Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenmedizin der Tiermed. Fakultät, München.

Herrn PD Dr. G. Baljer wird für die Bereitstellung der Vaccine herzlich gedankt.

Das stark schmerzende und geschwollene Bein wurde mit Tomanol-Injektionen *1 und Acetat-Verbänden über 2 Tage behandelt. Danach wurde das Gelenk über 3 Wochen hinweg mit einem Campher-Teersalbenverband ruhiggestellt und das Kalb auf Stroheinstreu gebracht. Nach dieser Zeit waren Schwellung und Lahmheit vollständig abgeklungen. Während der Erkrankung nahm das Tier sehr wenig Kraftfutter und Heu zu sich, wodurch die Gewichtsentwicklung sich deutlich verringerte. Die Milchaustauschtränke wurde jedoch gerne aufgenommen. In dieser Erkrankungsphase kam es immer wieder zu leichten Durchfällen, die aber meist nur von kurzer Dauer waren. Ab der 8. Woche normalisierte sich der Zustand des Kalbes, was auch an den höheren Gewichtszunahmen zu erkennen war.

(C) Kalb Nr. 5

Große Probleme bereitete das für den Mastversuch eingeteilte Tier.

Von Versuchsbeginn bis zur 2. Woche nahm das Kalb die Tränke gut auf. Bei den Abendmahlzeiten wurden fallweise 1 bis 1.5 l Tränke zurückgelassen. Die Kotkonsistenz war zu Beginn dünn. Ab der 3. Woche begann das Kalb jeweils die Abendtränke vollständig zu verweigern, und die Kotkonsistenz wurde extrem fest, teilweise konnte man Kotabsatzschwierigkeiten beobachten. Daraufhin wurde mit einem 5 %igen Saccharosezusatz zur Tränke versucht, die Kotkonsistenz zu normalisieren. Die Maßnahme war partiell von Erfolg begleitet, die Tränkeaufnahme stieg geringfügig. Um eindeutig zu prüfen, inwieweit die Futterverweigerung ein Problem der Tränkezusammensetzung darstellt, wurde dem Tier ab der 5. Versuchswoche über 6 Tage handelsüblicher Milchaustauscher (Ration MAT-K) angeboten. Es wurden jedoch die dieselben Beobachtungen gemacht, wie mit der Milchproteinersatztränke MAT-C. Das Tier nahm die Mahlzeit am Morgen auf und ließ am Abend die Tränke fast vollständig zurück. Da sich die Futteraufnahme auch mit MAT-K nicht wesentlich verbesserte, wurde dem Kalb Ration MAT-C wieder angeboten. Die Futterverweigerung konnte aufgrund des recht guten Allgemeinbefindens und der auch unvollständigen Aufnahme der magermilchhaltigen Tränke nicht geklärt werden.

*1 Tomanol, Byk Gulden, Konstanz

1 ml enthält:

0.24 g Isopyrin und 12 mg Phebuzine

3.1.3 ERGEBNISSE

3.1.3.1 Lebendmassezunahme und Futterverzehr

Die Tiere der Aufzuchtgruppen (A), (B) und (K) nahmen die angebotenen Milchaustauschtränken während der gesamten Versuchsdauer immer gerne und zügig auf.

Daraus resultieren die guten 10 Wochenzunahmen der beiden (A)-Tiere mit 697 g im Mittel pro Tag und 839 g von Tier (B).

566 g Tageszunahme des Kontrollkalbes sind sicherlich nur unter Berücksichtigung der längerdauernden Lahmheit zu bewerten.

In den ersten 3 Versuchswochen war der Heu- und Kraftfutterverzehr aller Kälber eher gering.

Erst ab der 4. Woche, mit beginnender Reduktion der Futtermenge und Tränkkonzentration, ist ein deutlicher Verzehrsanstieg zu erkennen.

Der Verbrauch an Milchaustauschfutter MAT-A und MAT-B war, bedingt durch die höheren Futterkonzentrationen in den Tränken, fast 50 % höher als der des Kontrollkalbes.

Auch im Kraftfutterverbrauch liegen die Tiere von (A) und (B) deutlich über der Verzehrsmenge des Kontrollkalbes, obwohl dieses Tier ab der 7. Woche wieder annähernd gleiche Heu- und Kraftfuttermengen zu sich nahm wie die Kälber von (A) und (B).

Durch die schlechte Akzeptanz von Ration MAT-C sind die Zunahmen von Kalb (C) mit 516 g/ Tag und einer Futterverwertung von 466 g/ kg Futter absolut gering.

Erst durch die Gabe von magermilchhaltiger Tränke (MAT-K), über 6 Tage der 5. Woche hinweg, die zwar auch nur morgens vollständig aufgenommen wurde, ließen sich bessere Zunahmen erreichen (1040 g/Tag in Woche 5).

Aber auch in Woche 7 und 8 sind ohne erklärlichen Grund wieder bessere Gewichtszunahmen zu verzeichnen (810 bzw. 750 g Tageszunahme).

Eine Übersicht über Gewichtsentwicklung und Futterverzehr gibt Tabelle 17.

Tab. 17 :

WACHSTUMSERGEBNISSE

LEBENDMASSE (LM) UND LEBENDMASSEZUNAHME (LMZ),
FUTTERVERZEHR (FVZ), FUTTERVERWERTUNG (FVW)

CODE	MAT-A		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Tierzahl	2		1	1	1
LEBENDMASSE (kg)					
VB*	49.5	54.9	48.6	51.5	57.6
1. Woche	48.7	55.5	52.3	52.9	58.2
2. Woche	48.9	60.3	56.0	56.4	61.7
3. Woche	55.4	65.3	61.5	60.8	63.2
4. Woche	58.0	70.4	65.1	61.4	68.7
5. Woche	63.0	77.0	70.9	64.5	76.0
6. Woche	69.4	86.4	77.7	71.1	75.5
7. Woche	72.5	90.6	84.7	71.7	81.2
8. Woche	77.6	95.3	92.3	75.8	86.5
9. Woche	81.9	104.6	100.2	83.5	
10. Woche	89.1	112.5	107.3	91.1	
LMZ (g/Tag)					
	566	823	839	566	516
(Wochen)	(10)	(10)	(10)	(10)	(8)
FVZ (kg) MAT					
	55.9	56.5	57.1		53.9
MAT-K	2.8	3.2	3.0	39.9	8.1
KF	35.2	57.5	49.6	41.9	
HEU	23.7	16.3	12.8	19.7	
FWW (g LMZ/kg FVZ)					466

*VB = Versuchsbeginn

MAT = magermilchproteinfreie Tränke

MAT-K = magermilchhaltige Tränke (Meggle 1500)

KF = Feldmochinger Kälberstarter (Fa. Dr. Zentz)

3.1.3.2 Verdaubarkeitsquotienten

Die **Trockensubstanzverdaulichkeit** der Tiere (A) und (B) nahm in den ersten 4 Versuchswochen deutlich zu und fiel dann mit Beginn der höheren Heu- und Kraftfutter-Aufnahme kontinuierlich bis auf Werte unter 60 % Verdaulichkeit ab.

Im Vergleich zu den (A)-Tieren erreicht (B) mit 81.5 % Trockensubstanzverdaulichkeit in der 4. Woche den höheren Wert als (A) mit 75.4 % .

Das Kontrollkalb liegt schon zu Versuchsbeginn mit 81.7 % wesentlich höher als die Tiere (A) und (B), und erreicht in der 3. Woche mit 89.5 % den besten Wert. Ab der 4. Woche ist ein starker Einbruch in der Trockensubstanzverdaulichkeit, aber auch in der Rohprotein- und Energieverdaulichkeit zu verzeichnen, der wohl mit der erhöhten Durchfallfrequenz und der Erkrankung des Kontrollkalbes in Zusammenhang gebracht werden muß und damit auch die schlechten Gewichtszunahmen des Tieres erklärt.

Hinsichtlich der Verdaubarkeit von **Rohprotein** bestanden zwischen den einzelnen Kälbern größere Unterschiede.

Die Verdaubarkeitsquotienten der Tiere (A) bewegen sich während des Versuchsverlaufes zwischen 61.4 % und 72.6 %, bei (B) zwischen 57.7 % und 82.2 %, wobei die höchsten Werte der (A)- und (B)-Tiere in der 4. Versuchswoche gemessen wurden.

Das Kontrollkalb erreicht schon in der 3. Woche mit einem Verdaubarkeitsquotienten von 91.9 % seinen höchsten Wert und fällt dann aber stark ab.

Die **Energieverdaulichkeit** weist mit zunehmender Versuchsdauer eine leicht steigende Tendenz für die Tiere (A) und (B) auf.

Auch hier erzielt (B) wieder bessere Werte als die Kälber (A). So erreicht (B) in der 4. Woche eine Verdaulichkeit von 83.1 %, der korrespondierende Mittelwert in (A) beträgt nur 77.8 % .

Das Kontrollkalb zeigt in der Energieverdaulichkeit ein ähnliches Bild, wie schon zuvor in der Trockensubstanz- und Rohproteinverdaulichkeit. Nach einem Anstieg bis zur 3. Woche auf 90.0 %, kommt es zu einem Abfallen der Verdaubarkeit in den folgenden Wochen, um in der 8. bis 10. Versuchswoche wieder anzusteigen.

Kalb (C) läßt in den ersten 3 Wochen eine starke Verdaubarkeitsdepression erkennen.

Am deutlichsten zeigt dies die Rohproteinverdaubarkeit. So liegen hier die Werte der 2. Woche bei 52.5 % und bei 53.9 % in der 3. Versuchswoche.

Analog zur Rohproteinverdaulichkeit wurden bei der Trockensubstanz- und Energieverdaulichkeit die gleich schlechte Tendenz in den ersten Wochen festgestellt.

Mit der Gabe einer magermilchhaltigen Tränke verbessern sich alle Verdaubarkeitsquotienten (und damit auch die Gewichtszunahmen).

Der Wechsel auf Ration MAT-C bewirkt wieder ein Absinken der Verdaulichkeit.

Tabelle 18 unterrichtet über die ermittelten Einzelwerte.

Tab. 18 : VERDAUBARKEITSQUOTIENTEN

VERDAUBARKEITSQUOTIENTEN			FUTTERTROCKENMASSE		
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
2	71.0	7.8	77.9	81.7	65.5
3	65.8	12.0	78.0	89.5	59.5
4	75.4	3.0	81.5	72.7	-- **
5	68.5	5.7	73.9	52.9	77.4
6	59.8	1.1	78.6	67.6	70.0
7	68.9	12.7	78.4	71.8	62.2
8	63.5	0.8	59.5	61.7	57.1
9	59.6	7.8	57.6	68.8	
10	60.6	2.5	56.9	76.9	

VERDAUBARKEITSQUOTIENTEN			ROHPROTEIN		
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
2	71.1	8.8	78.3	85.5	52.5
3	65.0	7.3	77.9	91.9	53.9
4	72.6	5.2	82.2	78.5	-- **
5	63.8	1.2	69.2	59.1	68.9
6	63.0	6.2	72.5	73.7	54.9
7	69.1	11.4	73.7	77.5	51.3
8	61.4	0.9	63.2	62.5	65.1
9	67.5	1.2	57.7	70.7	
10	64.0	2.4	60.2	74.2	

VERDAUBARKEITSQUOTIENTEN			ENERGIE		
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
2	73.4	8.5	78.6	86.5	62.3
3	76.6	10.4	79.6	90.0	57.8
4	77.8	2.9	83.1	77.0	-- **
5	71.3	3.9	75.8	60.1	77.9
6	66.7	20.5	76.2	55.6	69.4
7	64.1	25.0	74.1	72.8	71.0
8	65.8	4.2	52.0	61.9	62.3
9	52.4	24.5	48.9	68.8	
10	49.7	19.6	54.5	76.7	

* R = Spannweite

** wegen Saccharose-Zugabe nicht berechnet

3.1.3.3 Klinisch - Chemische Blutuntersuchungen

Die Ergebnisse der Blutuntersuchungen sind im Anhang II, Tabellen II-1 bis II-5 aufgeführt.

Hämoglobin

Die Hämoglobin-Gehalte der Aufzuchtkälber betragen zu Versuchsbeginn 6.9 mmol/l (A), 8.1 (B) bzw. 7.6 mmol/l (K), sie liegen damit im Normbereich (ROSENBERGER, 1977). Trotz ausreichender Eisenversorgung nimmt die Hämoglobin-Konzentration in den folgenden 2 - 5 Wochen deutlich ab, um dann wieder anzusteigen. Die Werte bei Versuchsende liegen wieder im Normbereich.

Serumtransaminasen

Die Werte von GOT, GPT und Gamma-GT bewegen sich bei allen Tiergruppen im physiologischen Bereich (GROPP et al., 1967; ROSENBERGER, 1977), wobei keine Unterschiede zwischen den einzelnen Kälbern festgestellt werden konnten. Veränderungen der Serumtransaminasen bei Kalb (C) deuten sich nur für Gamma-GT an, sie sind insgesamt jedoch zu wenig markant, um sichere Schlüsse auf hepatobiliäre Störungen zuzulassen.

Alkalische Phosphatase

Die Alkalische Phosphatase ist in der 1. Versuchswoche bei den Tieren (A) und (B) stark erhöht (434 IU/l (A) und 403 IU/l Plasma (B)). Mit zunehmender Versuchsdauer kommt es jedoch zu einem physiologischen Abfall der Plasmaaktivität auf 139 IU/l (A), 130 (B), bzw. 61 IU/l Plasma für Kalb (K).

Bei der Bewertung der Aktivität der Alkalischen Phosphatase muß berücksichtigt werden, daß bei Jungtieren in der Wachstumsphase der Normalwert bis über das Vierfache erhöht sein kann (ROSENBERGER, 1977).

Harnstoff

Harnstoff ist das Entgiftungsprodukt von Ammoniak. Es entsteht bei der Desaminierung von Aminosäuren, welche nicht in die Körperproteinsynthese eingehen. Folglich ist die Harnstoffausscheidung und damit auch die Plasmakonzentration hoch, wenn Protein geringerer Wertigkeit oder wenn im Vergleich zur Synthese (zum Ansatz) viel verdauliches Protein aufgenommen wird.

Alle Plasmaharnstoffwerte liegen mit 4 - 7 mmol/l in einem Bereich, wie sie von **ZUCKER et al., (1972)** in einem Kälbermastversuch beobachtet wurden. In der zweiten Versuchswoche wies Kalb (B) mit durchschnittlich 9.3 mmol Harnstoff/l Plasma den höchsten Wert auf, gefolgt vom Kontrollkalb mit 8.2 mmol/l Plasma. Die Aufnahme an verdaulichen Rohprotein pro kg Lebendmassezunahme hatte bei Kalb (B) 553 g und bei dem Kontrollkalb 372 g betragen. Die Werte der beiden (A)-Kälber lassen sich hier schlecht zu Vergleich heranziehen, da eines der beiden Tiere kaum an Lebendmasse zunahm. In der dritten Woche waren im Mittel der magermilchfreien Gruppen (A) und (B) 384 g verdauliches Rohprotein pro kg Lebendmassezunahme aufgenommen worden, bei einem Harnstoffgehalt von 5.6 mmol/l Plasma. Die korrespondierenden Werte des Kontrollkalbes betragen 350 g und 4.7 mmol/l Plasma.

Ab der 6. Woche beginnt dann der Proteinanteil der Milchaustauscher an der Tagesaufnahme mehr oder weniger deutlich zurückzugehen. Folgerichtig sind für die Mittel der 8. bis 10. Versuchswoche kaum mehr Unterschiede in der Aufnahme von Rohprotein je kg Lebendmassezunahme zwischen den einzelnen Kälber zu beobachten (287 g - 303 g). Die Harnstoffwerte im Plasma hätten sich erwartungsgemäß dann auch angleichen sollen, dies war aber nicht der Fall, das Kontrollkalb wies mit 4.3 mmol/l den niedrigsten Harnstoff-Gehalt im Plasma auf, gefolgt von 4.9 mmol/l im Mittel der beiden (A)-Kälber, für Kalb (B) ergaben sich 7.1 mmol/l.

In Anbetracht der geringen Tierzahl reflektiert die Harnstoff-Konzentration im Plasma die Proteinqualität der Milchaustauscher in der ersten Versuchshälfte.

Erwartbare Unterschiede der Proteinqualität zwischen (A) und (B) zugunsten von (B) (MAT-B: 3 % Casein, 3 % FPC) finden keine Entsprechung in den Harnstoffwerten. Eine Interpretation der Harnstoffwerte von Kalb (C), welches ausschließlich Milchaustauschfutter erhielt, ist aufgrund der andauernden Tränkverweigerungen relativ schwierig. Dennoch lassen Unterschiede zwischen den Harnstoffwerten der 2. und 6. Woche im Vergleich zur 5. Woche, in welcher Kontrollmilchaustauscher MAT-K gefüttert wurde, unschwer die unterschiedliche Proteinqualität der beiden Mischungen erkennen: 4.5 mmol Harnstoff/l Plasma in der 2. Woche, 6.4 mmol/l Plasma in der 6. Woche, aber nur 4.0 mmol Harnstoff/l Plasma in der 5. Woche mit magermilchhaltigem Milchaustauscher. Die Einzelwerte finden sich im Anhang II, Tabelle 4.

Kreatinin

Kreatinin, ein Produkt aus dem endogenen Muskelstoffwechsel gehört zusammen mit Harnstoff zu den harnpflichtigen Stoffen, ist aber im Gegensatz zu diesem nicht nahrungsabhängig. Eine Erhöhung dieses Parameters ist immer mit einer funktionellen oder organischen Störung der Nieren verbunden. Die im Versuch ermittelten Werte liegen im Mittel bei allen Gruppen zwischen 1.0 und 1.2 mg/ dl Plasma und sind somit als physiologisch zu bezeichnen.

Insulin

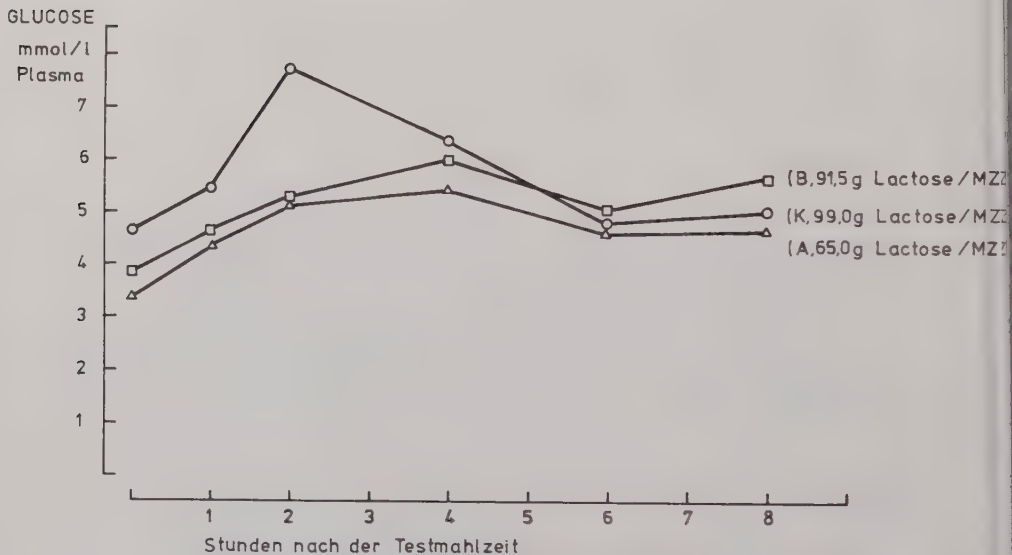
Die quantitative Insulinbestimmung im Plasma ergab bei den Aufzuchttieren Nüchternwerte zwischen 4.3 und 11.3 $\mu\text{U/ml}$. Diese Ergebnisse bewegen sich damit im Normbereich. Fütterungsbedingte Unterschiede zwischen den Versuchstieren konnten nicht festgestellt werden. Das Versuchskalb (C) weist stark wechselnde Insulinkonzentrationen zwischen 7 und 17.6 $\mu\text{U/ml}$ Plasma in den einzelnen Versuchswochen auf. Sie sind ebenfalls noch als physiologisch zu betrachten.

Glucose

Das Verhalten der Blutglucose vor und nach den ersten 8 Stunden einer Milchaustauscher-Mahlzeit im Mittel der ersten 3 Versuchswochen findet sich in Abbildung 4.

Die Einzelwerte sind im Anhang II, Tabelle II-5, wiedergegeben.

Abb. 4 : Glucose-Konzentrationen im Jugular-Plasma



Die Glucose spiegelt im postprandialen Verlauf und auch in den Nüchternblutwerten deutlich die unterschiedliche Glucoseversorgung über die Rationen MAT-A, MAT-B und MAT-K wieder. Dabei sind die Unterschiede in der Lactose-Aufnahme und in der Plasmakonzentration zwischen den Kälbern (B) und (K) viel geringer als zwischen (A) und den Kälbern (B) und (K).

Erwartungsgemäß verringert sich der postprandiale Glucoseanstieg mit Fortdauer des Versuches, da absolut und auch relativ zu anderen Futtermitteln immer weniger Milchaustauscher aufgenommen wird.

Der vielfach beschriebene altersabhängige Abfall der Plasmaglukose läßt sich aus den über 10 Versuchswochen verfolgten Einzeldaten von 4 Kälbern nicht bestätigen. Methodische Fehler scheiden weitgehend aus, da die Blutentnahme über Katheter erfolgte, die zwei Stunden vor der ersten Blutentnahme gelegt worden waren.

So muß angeführt werden, daß bei nur 4 Kälbern und nicht vollständig abgeschlossener Futterumstellung (in der 10. Woche erhielten alle Tiere noch Milchaustauschfutter) der Versuchszeitraum relativ gesehen zu kurz war, um das bekannte Phänomen zu beobachten.

Der maximale Blutglucosewert wurde in der Regel 2 bis 4 Stunden nach der Milchaustauschmahlzeit gemessen. Besonders bei den (A)-Kälbern deutet sich gegen die 8. Stunde nach der Mahlzeit ein leichter Wiederanstieg an, welcher möglicherweise nicht mehr Spiegelbild der Lactoseversorgung ist, sondern mit der Verwertung von Stärkebruchstücken in Zusammenhang stehen dürfte.

3.1.3.4 ELEKTROLYTGEHALT IM SPEICHEL

Die Einzelwerte finden sich im Anhang II, Tabelle 6.

Phosphor

Die Phosphorkonzentrationen im Speichel erfahren mit Ausnahme des (K)- Kalbes während des Versuchsverlaufes eine stetige Steigerung, die mit dem Einsetzen der Wiederkäuerverdauung (BOEHNCKE, 1981) und zum anderen auch als altersbedingter Effekt (KÖNIG, 1981) erklärt werden kann.

So steigt der Phosphorgehalt der (A)-Kälber zwischen der 1. und 10. Woche in Gruppe (A) von 1.8 auf Werte von 11.7 mmol/l und für das (B)-Kalb von 1.6 auf 8.6 mmol/l Speichel an. Diese Konzentrationen liegen in der gleichen Größenordnung, wie sie BOEHNCKE (1981) als physiologische Werte für ruminierende Wiederkäuer angibt. Bei dem Kontrollkalb liegen die Ergebnisse bei 3.7 mmol/l zu Beginn und noch bei 4.8 mmol/l zu Versuchsende. Insofern hat die Phosphor-Konzentration im Speichel bei diesem Kalb einen völlig atypischen Verlauf genommen. Mit Ingangkommen der Parotis-Sekretion, die Umstellung auf strukturiertes Rauhfutter und entsprechendem Wiederkauen, das auch bei Kalb (K) zu beobachten war, müßten sich hohe Phosphor-Werte im Speichel eistellen.

Natrium

Auch bei den Natriumkonzentrationen sind bei allen Tieren leicht steigende Tendenzen festzustellen, die jedoch auch bei Versuchsende noch unterhalb der für erwachsene Wiederkäuer angegebenen Werte von 143 (+14)mmol/l liegen (NIEDERLÄNDISCHE KOMMISSION zur Untersuchung der Mineralstofffütterung, 1972).

In Versuchswoche 10 bewegen sich die Natriumgehalte bei 84 mmol/l für die Kälber (A), 72 mmol/l (B) und bei (K) bei nur 45 mmol/l Speichel. Für dieses Kalb (K) waren aber 4 Wochen früher bereits 122 mmol/l gemessen worden.

Ähnliches gilt auch für Kalb (B), bei dem der Natrium-Höchstwert mit 123 mmol/l bereits in der 5. Woche auftritt.

Obwohl nach **KAUFMANN und ORTH (1966)** eine positive Korrelation zwischen Speichelmenge und Natriumgehalt besteht, darf im vorliegenden Versuch davon ausgegangen werden, daß die für erwachsene Wiederkäuer typischen Speichelmengen noch nicht erreicht worden sind.

Kalium

Die Kaliumkonzentrationen im Speichel liegen zu Versuchsbeginn bei allen Tieren im Bereich, wie sie schon **GRUND (1981) und KÖNIG (1981)** bei jungen Kälbern fanden. Allerdings kommt es bei den Kälbern (A) und (K) im Versuchsverlauf nicht zu dem von **BOEHNCKE (1981)** berichteten Kaliumkonzentrationsabfall, sondern im Gegenteil zu einem stärkeren Anstieg, so bei (A) von 8.1 mmol/l in der 1. Woche auf 14.2 mmol/l in Versuchswoche 10 und (K) von 10.5 auf 21.3 mmol/l zu den gleichen Zeitpunkten.

Bei Tier (B) bleiben die Werte nahezu unverändert bei 13 mmol/l im Mittel.

Probennahmefehler (Verfälschung der Speichelwerte durch Futterreste) dürfen nicht außer Acht gelassen werden, wenn die Ursache für diesen atypischen Verlauf, der partiell auch für die Natrium-Werte (Abfall von 5./6. Woche auf die 10. Woche) zutrifft, diskutiert wird. Dafür sprechen relativ hohe Kalium- und niedrige Natriumwerte in Heu und Kraftfutter. Andererseits wurden bei der Probennahme in diesen Versuchswochen die Sammlung über den ersten Schwamm stets verworfen, Speichelproben nur über den zweiten Schwamm der Analyse zugeführt, so daß eine derartige Fehlerquelle vom Vorgehen her wenig akzeptabel erscheint.

3.1.3.5 Durchfallhäufigkeit

Im Versuchsverlauf wurde an 3 Tagen der Woche die Kotkonsistenz der Tiere über den objektiven Parameter Trockensubstanzgehalt im Kot, beurteilt.

Dabei erzielten die Aufzuchtkälber (A) und (B) mit 22.1 % bzw 22.7 % bessere Werte als das magermilchgetränkte Kalb (K) mit Trockensubstanzgehalten von 20.1 % im Mittel. Damit werden die Beobachtungen von GROPP (1972 b), GROPP u. BECK, (1975) bestätigt, daß eine erhöhte Kotkonsistenz und erniedrigte Durchfallhäufigkeit bei der Verfütterung von milchproteinfremden Proteinträgern erwartet werden darf.

Die Werte von Kalb (C) lagen im Mittel bei 26.5 %. Dieser für Kälber schon eher unphysiologisch hohe Wert unterstreicht die bereits beschriebene Beobachtung (Schwierigkeiten beim Kotabsatz) deutlich. Auffällig ist, wie die Kottrockensubstanzkonzentration in der 5. Woche mit magermilchhaltiger MAT-Fütterung auf 20.2 % abfällt, um danach bei Futterumstellung auf die anfänglich verabreichte Tränke MAT-C sofort wieder auf 28.2 % anzusteigen.

Die höheren Kottrockensubstanzkonzentrationen der Versuchstiere (A), (B) und auch (C) stehen natürlich auch mit der geringeren Verdaulichkeit dieser Futtertypen in Zusammenhang.

Tabelle 19 gibt eine Übersicht der Kottrockensubstanzkonzentrationen.

Tab. 19 : Kottrockensubstanzgehalte im Kot (%)

Code	MAT-A		MAT-B		MAT-K		MAT-C	
Tierzahl	2		1		1		1	
Woche								
1	23.1	21.4	19.4		23.2			
2	25.1	20.8	20.9		16.4		26.0	
3	23.0	23.6	22.8		18.5		33.5	
4	21.1	23.2	25.6		19.8		29.9	
5	21.4	20.0	21.7		21.9		20.2	
6	26.1	21.2	24.9		18.4		28.2	
7	20.1	22.4	21.1		20.8		27.0	
8	23.7	23.5	25.5		19.7		20.6	
9	18.7	19.4	22.2		21.2			
10	21.9	21.7	22.8		20.4			

3.1.3.6 Harnmenge

Die hier ermittelten Harnmengen in 24 Stunden liegen in der 2. Woche zwischen 1.8 und 2.8 l/Tag; bis zur 7. Versuchswoche läßt sich ein Anstieg auf 2.9 bis 3.9 l pro Tag verzeichnen.

Die angegebenen Quantitäten sind für Kälber in diesem Alter als normal zu bezeichnen und liegen im Bereich, wie ihn ROSENBERGER (1972) für Kälber und Rinder angibt (1 ml pro kg Körpergewicht und Stunde).

Tab. 20 : Harnmenge (l/Kalb und 24 Stunden)

Code	MAT-A		MAT-B	MAT-K
Woche				
2	1.8	2.1	2.8	1.9
7	3.9	3.3	2.9	3.2
Tierzahl	2		1	1

3.2 HAUPTVERSUCH I. TEIL

Aufgrund der guten Ergebnisse mit den Aufzuchtkälbern (A) und (B) des Vorversuches sollten verschiedene Futtermischungen desselben Prinzips in einem größer angelegten Versuch geprüft werden. Mehrere Tiergruppen erhielten die magermilchfreien Versuchsrationen als Alleinfutter. Als Kontrolle diente jeweils eine Magermilchgruppe, die im Aufzucht- bzw. Mastverfahren (60.5 % MMP) gefüttert wurden.

Hauptversuchskriterien waren Futteraufnahme, Gewichtsentwicklung, Futterverwertung sowie die Verdaulichkeit der Rohnnährstoffe.

3.2.1 VERSUCHSPLAN und DURCHFÜHRUNG

3.2.1.1 Versuchsanstellung

Die neuen Milchaustauschfuttertypen sollten an insgesamt 33 Kälbern im Aufzucht- und an 39 Tieren im Mastverfahren geprüft werden.

Innerhalb der mit den Nummern (1) bis (6) bezeichneten Mastgruppen erhielten 9 Tiere das 60.5 %-magermilchpulverhaltige Kontrollfutter M-M, weiteren 9 Tieren wurde ein Futter als Tränke angeboten, dessen Hauptproteinquelle Geflügelschlachtabfälle darstellten. Diese Futtermischung enthielt bei 20 % zugesetztem Fett 5 % Leinsamenmehl, 10 % Sauermolke und 13 % Lactose. Zur besseren Verträglichkeit waren organische Säuren, Lactobazillen, Proteasen und Tannin (über Traubentrester) diesem Milchaustauschfutter zugesetzt.

Da die Verdaubarkeit des Proteinanteils dieser Mischung wahrscheinlich den Kontrollgruppenwert deutlich unterschreiten würde, war eine dritte Gruppe mit ebenfalls 9 Tieren vorgesehen, in welcher die Folgen der Verdaulichkeitsdepression hinsichtlich der Proteinversorgung durch ein 20 % höheres Futterangebot ausgeglichen werden sollte.

3 Kälber erhielten den oben beschriebenen Milchaustauscher auf der Basis von Geflügelmehl, aber ohne die diätetischen wirksamen Zusätze.

In einer weiteren kleineren Versuchsgruppe wurde eine für Aufzuchtzwecke konzipierte Tränke als Alleinfutter angeboten (n=6).

Schließlich wurden 3 weitere Tiere mit einer Mischung gefüttert, in welcher der Proteinanteil aus Geflügelmehl durch Casein ersetzt worden war (2. Kontrollgruppe). Einzelheiten der Versuchsanstellung finden sich im 1. Teil (Mast) von Tabelle 21.

Teile der oben beschriebenen Versuchsanstellung wurden innerhalb der Aufzuchtgruppen (11) bis (15) wiederholt. So wurden 9 Kontrolltiere (60.5 % MMP im MAT) mit 2 Gruppen zu jeweils 9 Tieren verglichen, deren Milchaustauscher Geflügelmehl, Leinsamen, Kokoskuchen, Ackerbohnen, Weizenkleber, Sojaprotein und Fischproteinkonzentrat als Hauptproteinquellen enthielt. In einer dieser beiden Gruppen sollte die Futterzufuhr durch Erhöhung der Tränkenkonzentration (200 g/l gegenüber 120 g/l) eine erwartete Minderversorgung an verdaulichen Nährstoffen ausgleichen.

In 2 weiteren Gruppen mit je 3 Tieren war der Proteinanteil aus Leinsamen, Kokoskuchen und Ackerbohnen durch Sojaprotein bzw. durch Geflügelschlachtabfälle ersetzt worden.

Einzelheiten sind dem 2. Teil (Aufzucht) von Tabelle 21 zu entnehmen.

Tab. 21 : VERSUCHSPLAN

MAST

Gruppe	(1)	(2)	(3)	(4)*	(5)	(6)**
Code	M-M	M-4	M-1	M-1	M-2	A-1
Proteinquelle	MMP (60.5 %)	Casein Leinsamen Sauermolke	---Geflügelmehl--- Leinsamen Sauermolke diät.Zusätze	wie M-1 ohne diät. Zusätze	Geflügelmehl Leinsamen Ackerbohnen	
Tierzahl	9	3	9	9	3	6

* Konzentration pro 1 Tränke 20 % höher wie in (3)

** Aufzuchtfutter A-1 wird wie (4) gefüttert

AUFZUCHT

Gruppe	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Code	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
Proteinquelle	MMP (60.5 %)	--Geflügelmehl-- Sauermolke Leinsamen		--Geflügelmehl-- Soja Maisquell- stärke	
Konzentration der Tränke	120g/l	120g/l	200g/l	200g/l	200g/l
Tierzahl	9	9	9	3	3

3.2.1.2 Tiermaterial

Von 72 Deutschen Fleckviehkälbern mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 62.8 kg und einem Alter von 3 - 4 Wochen wurden 39 Kuhkälber auf 6 Mastgruppen und 33 Bullkälber auf 5 Aufzuchtgruppen annähernd gewichtsgleich verteilt.

3.2.1.3 Tierhaltung

Die Haltung der Kälber erfolgte in Laufboxen auf Spaltenboden aus Bongossi-Holz. Jeweils 3 Kälber wurden zusammen in einer Bucht aufgestellt. Alle Tiere wurden über Nippleimer individuell getränkt. Den Aufzuchtgruppen wurde Heu und Kraftfutter täglich frisch zugeteilt.

Wasser stand den Tieren über Selbsttränkeeinrichtungen ad libitum zur Verfügung. Für die Beheizung sorgte ein Warmluftaggregat, das erwärmte Luft über Deckenschächte einbrachte. Die Entlüftung wurde über die an der Längsseite des Stalles angebrachten Abluftkanäle geregelt.

Tab. 22 : Verteilung der Rationsgruppen im Raum

Die Verteilung der Gruppen erfolgte innerhalb von Blöcken nach Zufall.

Gruppe/Ration Box			Box	Ration/Gruppe	
Osten	(1) M-M	13	12	M-2 (5)	Westen
	(3) M-1	14	11	A-M (11)	
	(4) M-1	15	10	A-M (11)	
	(1) M-M	16	9	A-1 (13)	
	(3) M-1	17	8	A-1 (13)	
	(4) M-1	18	7	A-1 (12)	
	(6) A-1	19	6	A-1 (12)	
	(3) M-1	20	5	A-3 (15)	
	(4) M-1	21	4	A-2 (14)	
	(1) M-M	22	3	A-1 (13)	
	(6) A-1	23	2	A-1 (12)	
	(2) M-4	24	1	A-M (11)	
Mittelgang					

3.2.1.4 Fütterung

Während der ersten Versuchswoche wurden die Tiere langsam angefüttert (Elektrolyttränke für die ersten 4 Mahlzeiten, s. Vorversuch). Die Tränkmenge wurde in den Mastgruppen von 2 l auf maximal 3.3 l/Mahlzeit, in den Aufzuchtgruppen bis auf 2.7 l/Mahlzeit zu Ende der ersten Versuchswoche gesteigert. Die Futterkonzentrationen variierten dabei je nach Tränkschema zwischen 120 g und 200 g/l.

Von der 2. bis einschließlich 4. Woche erhielten alle Tiere die Tränke nach einem vorher festgelegten Plan. Die Futterzuteilung innerhalb der Mastgruppen war dabei individuell an der Lebendmasse der Einzeltiere orientiert (Tabelle 23). Ein vergleichbares Vorgehen in der Kälberaufzucht ist unüblich, weshalb hier nach Gewichtsklassen gesteigerte Tränkmengen verabreicht wurden (Tabelle 24).

Die Fütterungen erfolgten zweimal täglich, jeweils um 7.30 und um 15.30 Uhr. In der 2. Versuchswoche wurde den Aufzuchtgruppen 300 g Heu je Bucht und Tag eingewogen, danach erhielten die Tiere Heu ad libitum. Der Zeitpunkt der Kraftfutterzuteilung sollte durch die Höhe des Heuverzehrs bestimmt werden. Aus dem späteren Versuchsverlauf ergab sich, daß in diesem Versuchsabschnitt kein Kraftfutter angeboten wurde.

Nichtaufgenommene Milchaustauschtränke wurde sofort nach den Mahlzeiten für jedes Tier zurückgemessen, ebenso wurde nicht verzehrtes Heu vor der täglichen Neuzuteilung gewogen.

Tab. 23 : FÜTTERUNGSREGIME MAST I . TEIL
Tränkhäufigkeit - Tränkmenge - Konzentration in g/l Tränke

Gruppe	1	2	3	4	5	6
Tierzahl	9	3	9	9	3	6
Code	M-M	M-4	M-1	M-1	M-2	A-1
1. Woche +	1 - g/l	1 - g/l	1 - g/l	1 - g/l	1 - g/l	1 - g/l
15.1.ab-16.1.mo	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix
16.1.ab-18.1.mo	2 - 120	2 - 200	2 - 120	2 - 200	2 - 200	2 - 200
18.1.ab-19.1.mo	2 - 120	2 - 150	2 - 120	2.7 - 150	2.7 - 150	2.7 - 150
19.1.ab-22.1.mo	2.5-150	2.5-150	2.5 - 150	3.3 - 150	3.3 - 150	3.3 - 150
2. Woche	2 - 120 0.8 % *	2 - 180 0.96 % *	2 - 150 0.8 % *	2 - 180 0.96 % *	2 - 150 0.96 % *	2 - 180 0.96 % *
3. Woche	2 x 3.0 - 160 (1 Tier)	2 x 3.0 - 180 (1 Tier)	2 x 3.0 - 180 (1 Tier)	2 x 3.0 - 180 (1 Tier)	2 x 3.0 - 180 (1 Tier)	2 x 3.0 - 180 (1 Tier)
4. Woche	2 x 3.4 - 160 (6 Tiere)	2 x 3.5 - 180 (1 Tier)	2 x 3.4 - 180 (6 Tiere)	2 x 3.7 - 180 (6 Tiere)	2 x 4.0 - 180 (2 Tiere)	2 x 3.7 - 180 (5 Tiere)
	2 x 4.5 - 160 (2 Tiere)	2 x 4.0 - 180 (1 Tier)	2 x 4.5 - 180 (2 Tiere)	2 x 4.5 - 180 (2 Tiere)	2 x 4.0 - 180 (1 Tier)	2 x 4.0 - 180 (1 Tier)

* Milchaustauschermenge pro Tag in Prozent der KÖRPERMASSE
+ Versuchsbeginn 15.01.1987

Tab. 24 : FÜTTERUNGSREGIME AUFGUCHT I . TEIL
Tränkhäufigkeit - Tränkmenge - Konzentration in g/l Tränke

Gruppe	11	12	13	14	15
Tierzahl	9	9	9	3	3
Code	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
1. Woche +	1 - g/l	1 - g/l	1 - g/l	1 - g/l	1 - g/l
15.1.ab-16.1.mo	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix	1 - 100 und 1 l Elix
16.1.ab-18.1.mo	2 - 120	2 - 120	2 - 200	2 - 200	2 - 200
18.1.ab-19.1.mo	2 - 120	2 - 120	2,7 - 150	2,7 - 150	2,7 - 150
19.1.ab-22.1.mo	2 - 120	2,5 - 120	2,7 - 150	2,5 - 150	2,5 - 150
2. Woche	2 x 2,5 - 120	2 x 3 - 120	2 x 4 - 150	2 x 4 - 150	2 x 4 - 150
3. Woche und	2 x 3,5 - 120	2 x 3,5 - 150	2 x 3,5 - 150	2 x 3,5 - 180	2 x 3,5 - 180
4. Woche	(4 Tiere) 2 x 4 - 120	(4 Tiere) 2 x 4 - 150	(4 Tiere) 2 x 4 - 150	(1 Tier) 2 x 4 - 180	(1 Tier) 2 x 4 - 180
	(5 Tiere) 2 x 4 - 120	(5 Tiere) 2 x 4 - 150	(5 Tiere) 2 x 4 - 150	(2 Tiere) 2 x 4 - 180	(2 Tiere) 2 x 4 - 180

+ Versuchsbeginn 15.1.1987
alle Tiere erhielten ab der 2. Woche täglich 100 g Heu/Tier zugeteilt

VERSUCHSRATIONEN

Über die Zusammensetzung der einzelnen Versuchsrationen für Aufzucht und Mast geben die Tabellen 25 und 26 Auskunft.

Mehrere Einzelfuttermittel wurden schon im Vorversuch (3.1.1.4) beschrieben. Änderungen ergaben sich vorallem bei der Auswahl der verschiedenen Fettkomponenten für die Mastrationen. Anstelle des Sprühfettkonzentrates Micafett 60 (Vorversuch) wurde Edifett 60 C und M auf der Basis von Lactose und Milcheiweiß für die Mastfuttermitteltypen verwendet. Als Ersatz für den Tanninträger Johanniskrautmehl wurde der etwas preisgünstigere Traubentrester ausgewählt.

Erläuterungen zu den EINZELKOMPONENTEN

*1 Flocculante

Maisquellstärke, Maizena-Werke, Hamburg

*2 Edifett 60 C

Fettkonzentrat auf der Basis von Lactose und Milcheiweiß, mit einem Fettanteil von 60 % gehärtetem Kokosfett.
Hersteller: Fa. Meggle, Wasserburg
(s. Produktspezifikation, Tabelle V-5, Anhang 5)

*3 Edifett 60 M

wie Edifett 60 C, jedoch anstelle von Kokosfett wurden 60 % tierische und pflanzliche Speisefette in das Fettkonzentrat eingebracht.
(s. Produktspezifikation, Tabelle V-5, Anhang 5)

*4 Aroma

RevestArom Geschmackstoffvormischung für Tierfutter
Vanille-Milch-Geschmack (1132)
der Fa. Micro-Plus Konzentrate, 3450 Holzminden

die Dosierung erfolgte nach der empfohlenen Mengenangabe von 200-300 g Konzentrat/t Milchaustauschfutter.

Tab. 25 : ZUSAMMENSETZUNG der FUTTERTYPEN für AUFZUCHT(A)

(Anteile in %)

Code	A-1	A-2	A-3
Geflügelschlachtabfälle	24.00	24.00	34.10
Leinsamenmehl	10.40	-	-
Kokoskuchen	4.20	-	-
Ackerbohnen, getoastet	8.50	-	-
Weizenkleber	4.20	4.20	4.20
Danpro A	4.20	14.20	4.20
FPC	3.00	3.00	3.00
Casein	-	-	-
Lactose	-	-	-
Sauermolkenpulver	17.00	17.00	17.00
Anilac N	5.00	5.00	5.00
Glucose	1.59	1.59	1.59
Weizenquellmehl	5.00	4.95	5.50
Floculante *1	-	8.80	10.70
Knochenfett	7.00	11.30	9.30
Edifett 60 C	-	-	-
Edifett 60 M	-	-	-
CaHPO ₄ x 2 H ₂ O	0.50	0.50	-
CaCO ₃	-	-	-
NaCl, jodiert	0.30	0.30	0.30
Guar Diastabilisator SH	2.50	2.50	2.50
Traubentrester, getrocknet	0.17	0.17	0.17
Zitronensäure	1.00	1.00	1.00
Fumarsäure	0.50	0.50	0.50
Microfem	0.01	0.01	0.01
Avotan (1 %)	0.04	0.04	0.04
Proteasen	0.01	0.01	0.01
L-Lysin HCl	0.10	0.10	0.10
DL-Methionin	0.05	0.10	0.05
Vitamin-Vormischung	0.60	0.60	0.60
Spurenelementvormischung	0.10	0.10	0.10
Aroma *4	0.03	0.03	0.03
	100.00	100.00	100.00

FUTTERCODE - KURZCHARAKTERISIERUNG

A-1 Geflügelmehl - Leinsamen - Ackerbohnen - Kokoskuchen
A-2 Geflügelmehl - Soja
A-3 Geflügelmehl - Maisquellstärke

Tab. 26 : ZUSAMMENSETZUNG der FUTTERTYPEN für MAST (M)

(Anteile in %)

Code	M-1	M-2	M-3	M-4
Geflügelschlachtabfälle	42.00	42.00	24.05	-
Leinextraktionsschrot	5.00	5.00	-	5.00
Kokoskuchen	-	-	-	-
Ackerbohnen, getoastet	-	-	-	-
Weizenkleber	-	-	2.10	-
DANPRO A	-	-	14.10	-
FPC	-	-	3.00	-
Casein	-	-	-	31.50
Lactose	13.00	13.00	11.30	13.00
Sauermolkenpulver	10.00	10.00	8.50	10.00
Anilac N	-	-	2.50	-
Glucose	1.41	5.58	1.50	1.41
Weizenquellmehl	3.20	3.20	3.35	0.60
Floculante *1	-	-	5.35	-
Knochenfett	-	-	4.65	8.40
Edifett 60 C *2	1.50	1.50	2.95	1.50
Edifett 60 M *3	18.50	18.50	12.00	18.50
CaHPO ₄ x2 H ₂ O	-	-	0.50	4.50
CaCO ₃	-	-	-	0.50
NaCl, jodiert	0.10	0.10	0.20	0.10
Guar Diastabilisator SH	2.50	-	1.25	2.50
Traubentrester, getrocknet	0.15	-	0.16	0.15
Zitronensäure	1.00	-	1.00	1.00
Fumarsäure	0.50	-	0.50	0.50
Microferm	0.01	-	0.01	0.01
Avotan (1 %)	0.04	0.04	0.04	0.04
Proteasen	0.01	-	0.01	0.01
L-Lysin HCl	0.30	0.30	0.20	-
DL-Methionin	0.05	0.05	0.05	0.05
Vitamin-Vormischung	0.60	0.60	0.60	0.60
Spurenelementvormischung	0.10	0.10	0.10	0.10
Aroma *4	0.03	0.03	0.03	0.03
	100.00	100.00	100.00	100.00

FUTTERCODE-KURZCHARAKTERISIERUNG

M-1	Geflügelmehl - Leinsamen
M-2	Geflügelmehl - Leinsamen - ohne diät.Zusätze
M-3	Geflügelmehl - Soja - FPC- Weizenkleber
M-4	Casein - Leinsamen

CHEMISCH - ANALYTISCHE FUTTERUNTERSUCHUNG

Rohnährstoffgehalt

Die ermittelten Rohnährstoffkonzentrationen der verschiedenen Futterrationen sind in Tabelle 27 wiedergegeben.

Alle Angaben über die Nährstoffgehalte sind auf Trockensubstanz bezogen.

Siebanalysen

Wie schon im Vorversuch mußten auch hier die einzelnen Futtermischungen auf ihre Partikelgrößenbestandteile hin untersucht werden.

Die Durchführungsmethodik ist in 3.1.1.4 (Vorversuch) erklärt.

Die Ergebnisse können aus Tabelle III-13 (Anhang III) entnommen werden.

Die Futterpartikelgrößen der Rationen M-1 und M-2 liegen zu ca. 92 % hauptsächlich in einem Bereich zwischen 0.250 mm und 0.125 mm, was einem hohen Feinheitsgrad der Mischungsbestandteile entspricht.

Die Futtermischungen A-2 und A-3 konnten aufgrund des hohen Knochenfett- und Flocculantegehaltes nicht siebanalytisch untersucht werden, da bedingt durch die leicht klebrige Konsistenz sich die Poren ab Siebgröße 0.900 mm Durchmesser vollständig verschlossen und ein weiterer Siebvorgang nicht mehr möglich war.

Tab. 27 : CHEMISCH-ANALYTISCHE FUTTERUNTERSUCHUNG

ROHNÄHRSTOFFGEHALT

(Angaben in % der Trockensubstanz, Ausnahme Rohwasser)

CODE	M-1	M-2	M-3	M-4	M-M	A-1	A-2	A-3	A-M	HEU	KF *1
ROHWASSER	5.0	4.8	5.2	4.7	2.5	6.5	5.3	5.2	2.4	13.2	12.8
ROHWASCH	7.1	6.7	6.5	6.6	7.2	9.2	8.1	8.5	8.0	9.1	9.5
ROHPROTEIN	31.7	31.8	32.1	33.3	25.0	35.9	35.3	34.9	26.0	7.7	22.1
ROHFETT	20.5	20.5	18.8	21.5	19.2	13.8	17.8	15.2	15.5	1.3	3.4
ROHFASER	0.9	0.7	1.2	0.7	0.3	2.2	0.8	0.9	0.3	33.5	9.8
NFE	39.8	40.3	41.4	37.9	48.3	38.9	38.0	40.5	50.2	48.4	55.2
STÄRKE	4.0	3.8	8.3	2.7	5.4	7.9	11.9	12.8	4.1		12.9
GESAMTZUCKER *2	19.2	22.8	17.4	18.2	37.7 *3	13.9	11.2	11.6	40.7 *3		11.6
LACTOSE											
CALCIUM	1.7	1.6	1.2	1.9	1.0	1.7	1.5	1.7	1.2	0.9	1.2
PHOSPHOR	1.0	0.9	0.8	1.5	0.8	1.0	0.9	0.9	0.8	0.1	0.9

M-M : Milchaustauschfutter 1525 (Mast) der Fa. Meggle, 8090 Wasserburg 2

A-M : Milchaustauschfutter 1500 (Aufzucht) "

*1 KF: Kraftfutter Feldmochinger Kälberstarter

*2 Gesamtbestimmung der reduzierenden Zucker

*3 von M-M und A-M wurde anstelle der reduzierenden Zucker der Lactosegehalt bestimmt

alle hier angeführten Werte wurden von der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Kiel ermittelt:

vom 29.1.1987	M-1	F. 7501/86/Ht	30.1.1987	A-1	F. 7500/86/Ht
2.2.1987	M-2	F. 7503/86/Ht	29.1.1987	A-2	F. 7504/86/Ht
1.6.1987	M-3	F. 10464/86/Ht	20.2.1987	A-3	F. 7505/86/Ht
2.2.1987	M-4	F. 7502/86/Ht	23.2.1987	A-M	F. 8289/86/Ht
23.2.1987	M-M	F. 8290/86/Ht	23.2.1987	HEU	F. 8293/86/Ht
			23.2.1987	KF	F. 8292/86/Ht

3.2.1.5. Versuchsdurchführung

Alle Versuchstiere wurden im wöchentlichen Abstand gewogen.

Der **Futterverzehr** von Milchaustauschtränke, Heu und Kraftfutter wurde täglich bestimmt und daraus die **Futterverwertung** für die einzelnen Gruppen berechnet.

In der 3. Versuchswoche wurde den Tränken 0.5% Cr_2O_3 (bezogen auf MAT) über einen Zeitraum von 6 Tagen hinzugegeben, an den Tagen 4, 5 und 6 Kotproben gesammelt, die dann für die (zu einem späteren Termin vorgesehene) Analytik eingefroren wurden.

Nach Versuchsende wurde in diesen Proben den Gehalt an

Trockensubstanz
Chromoxid
Rohprotein und
Energie

untersucht und die **Verdaulichkeitswerte** der Futterrohnährstoffe bestimmt.

Die Entnahme von **Blutproben** wurde in den Wochen **1** und **4** durchgeführt. Dabei wurde das entnommene Blut auf **Glucose, Hämoglobin, Harnstoff** und **Aminosäuren-Konzentration** untersucht.

Weitere Versuchsparameter waren **Durchfallhäufigkeit, Morbidität** und **Mortalität**.

ANALYTISCHE METHODEN

Die analytischen Verfahren zur Bestimmung der Rohnährstoffgehalte in Futter und Kot entsprechen den Angaben von 3.1.1.5 .

Ebenso wurden auch alle klinisch-chemischen Blutuntersuchungen nach den dort angegebenen Methoden durchgeführt.

3.2.2 VERSUCHSVERLAUF

Die Tiere wurden sofort nach dem Transport aufgestellt und prophylaktisch mit Procain-Penicillin- und Vitamin AD₃E-Injektionen sowie mit dem Paramunitäts-inducer PIND-AVI behandelt. Gleichzeitig wurde eine Pasteurella-Impfung (nasale Verabreichung) durchgeführt. Als weitere Vorsorgemaßnahme erhielten alle Kälber über einen Zeitraum von 14 Tagen einen Salmonella-Impfstoff über die Tränke verabreicht.

Noch in der 1. Versuchswoche mußte aufgrund der Nährstoffanalysen festgestellt werden, daß die Futtermischung A-1 weniger Fett als berechnet enthielt. Ursächlich hierfür war ein Versehen des Lieferanten, der Leinextraktions-schrot anstelle des fetthaltigeren Leinsamenmehls für die Mischungen geliefert hatte. Der fehlende Anteil mußte nun durch das Einbringen von Knochenfett (3.5 % der errechneten Milchaustauschfuttermenge) direkt in die Tränke ausgeglichen werden.

Desweiteren konnte beobachtet werden, daß Futtertyp A-1, der auch in der Mastgruppe (6) verfüttert wurde, bei Konzentrationen von über 180g/l durch den hohen Anteil an quellfähigen Substanzen so dickflüssig wurde, daß die Kälber die Tränke nicht mehr über die Nippelleimer aufnehmen konnten. Die Tränkkonzentration durfte somit für den weiteren Versuchsverlauf 180g/l nicht überschreiten.

Während der ersten 3 Versuchswochen kam es vorallem durch die kalten Wintertemperaturen und trotz der intensiven prophylaktischen Versorgung der Kälber zu massiven Erkrankungen der Atmungsorgane (Tabelle III-12).

Durch die Behandlung mit Antibiotika*¹ und Sulfonamiden*² in Verbindung mit einem Bronchosekretolytikum*³ und mit dem Paramunitätsinducer PIND-AVI trat meist rasche Besserung ein. Trotzdem erkrankten mehrere Tiere nach 10 bis 14 Tagen erneut an respiratorischen Symptomen, obwohl die Behandlung bei der Ersterkrankung intensiv bis 3 Tage nach dem ersten fieberfreien Tag (DIRKSEN, STÖBER, 1982) durchgeführt worden war.

Kalb Nr. 71, der Gruppe (2), M-4, (schwere katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie) blieb in seiner Entwicklung zurück und verweigerte in den anschließenden Wochen die Abendtränke meist vollständig. Aus diesem Grunde wurde die gesamte Gruppe (2), die nur aus 3 Tieren bestand, nicht in die Versuchsauswertung einbezogen.

Die größten Probleme ergaben sich jedoch aus der stetigen, von Versuchsbeginn an dauernden Futterverweigerung einer größeren Tieranzahl (26 Tiere), die die Versuchstränken erhielten. Diese Tiere nahmen die Morgentränken widerwillig und nur partiell auf, die Fütterung am Abend wurde meist vollständig verweigert. Daraus resultierend konnten für die ersten Versuchswochen kaum Lebendmassezunahmen verzeichnet werden. In mehreren Aufzucht- und Mastgruppen kam es sogar zu Gewichtsverlusten.

Die Verzehrsdepression war offensichtlich nicht als eine vorübergehende mangelhafte Anpassung an ein ungewohntes Futter zu deuten. Immer häufiger wurden vollständige Futterverweigerungen.

-
- *1 Omnamycinforte-Suspension (Hoechst AG, Frankfurt)
1 ml enthält: 200.000 I.E. Procain-Penicillin G ,
200.000 I.E. Dihydrostreptomycinsulfat
Omnadin entpr. 1 ml konz. Lösung
- *2 Duoprim (Impfstoffwerke Friesoythe, Burgwedel)
1 ml enthält: 40 mg Trimethoprim und 200 mg Sulfadoxin
- *3 Bisolvon (Boehringer, Ingelheim)
1 ml enthält: 3 mg N-Cyclohexyl-N-methyl-(2-amino-3.5-dibrombenzyl)amin-hydrochlorid

Umso auffälliger wurde dabei, daß alle Tiere der Gruppe (5), M-2, die angebotene Tränke vollständig aufnahmen. M-2 unterschied sich von den anderen Versuchsmischungen durch das Fehlen von Zusatzstoffen wie Enzyme und Säuren. pH-Wert-Messungen in den Tränken (2. Versuchswoche, zu 2 Fütterungszeiten, pH-Meter mit Einstabmeßkette mit Digitalanzeige) ergaben die in Tabelle 28 aufgeführten Werte.

Tab. 28 : pH - Werte der Milchaustauschtränken

Gruppe	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Code	M-M	M-4	M-1	M-1	M-2	A-1	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
pH	6.2	4.2	4.3	4.3	5.7	4.4	6.5	4.5	4.4	4.8	4.7

Schon in früheren Versuchen (GÖÖDE, 1978) wurden Akzeptanzschwierigkeiten bei der Verfütterung von saurer Tränke, vorallem bei Fleckviehkälbern, beobachtet. Die pH-Werte der dort angebotenen Tränken lag auf etwa dem gleichen pH-Niveau wie die Testtränken hier.

Diesem Umstand entsprechend wurde nun überprüft, inwieweit sich bei einer Teilneutralisation die Futterakzeptanz verbessern würde.

Für die Rationsgruppen (2), (3), (4), (6), (12), (13), (14) und (15) wurden aus diesem Grunde die pH-Werte der fertigangerührten Tränken durch den Zusatz einer 32-gewichtsprozentigen Natronlauge auf pH 5.5 bis 5.7 eingestellt. Schon nach 3 Mahlzeiten wurde eine deutlich höhere Futteraufnahme festgestellt, die sich von Tag zu Tag verbesserte. Nur noch einige wenige Tiere verweigerten nach wie vor die Milchaustauschtränken. Auch durch das Absetzen der Tränken und deren Ersatz durch 3 l der warmen Elektrolytlösung (Elix), wie sie schon zur Futterumstellung angeboten wurde, konnte keine verbesserte Futterakzeptanz erzielt werden.

Diese geschwächten Tiere und der Umstand der notwendigen pH-Korrektur der Tränken führten in der 3. Versuchswoche zum Entschluß, den begonnenen Versuch abzubrechen und die Vorbereitungen für eine neue Versuchsanlage zu treffen.

3.2.3 ÜBERSICHT ÜBER DIE ERGEBNISSE DES 1. VERSUCHSTEILES

Die Ergebnisse dieses nach 26 Tagen abgebrochenen Versuchsteils finden sich in den Tabellen III-1 bis III-12 (Anhang III). Die mittlere Lebendmasse der Mastkälber betrug bei Versuchsbeginn 62.9 kg, die der Aufzucht-kälber 62.7 kg. Nach 26 Versuchstagen lagen die Mittelwerte der Lebendmasse für die Mastgruppen zwischen 70 und 80 kg, für die Aufzuchtgruppen zwischen 68 und 77 kg.

Angesichts der oben beschriebenen Verzehrsdepressionen bei etwa der Hälfte aller Versuchskälber geben die Mittelwerte, insbesondere beim Futterverzehr, nur einen unvollständigen Eindruck von dem Geschehen in den Versuchsgruppen. In der Mast-Kontrollgruppe wurden kumulativ 673 g Tageszunahme erreicht. In den Versuchsgruppen (3) und (4) mit gleicher Gruppenstärke lag die Tageszunahme dagegen nur bei 300 - 330 g. Der Futterverzehr, der in diesen Gruppen eigentlich hätte höher sein müssen, erreichte das Kontrollgruppenniveau von 23.6 kg nur knapp. Noch schlechtere Ergebnisse wurden in der Gruppe (6) erzielt, in welcher ein als Aufzuchtfutter konzipierter Milchaustauscher in einem Masttränkeregime verabreicht wurde.

Für die 3 Kälber der Gruppe (5), deren Milchaustauscher keine organischen Säuren enthielt und deshalb im pH-Wert höher lag als andere Versuchsmischungen, war bei guter Futteraufnahme (ca. 20 % über der Kontrollgruppe) eine ansprechende Leistung zu verzeichnen. Die Tageszunahme lag etwa 15 % unter der Kontrollgruppenleistung, die Futterverwertung erreichte allerdings nur 68 %.

Erwartungsgemäß unterschritten die Verdaulichkeitswerte für Trockensubstanz, Rohprotein und Futterenergie der Versuchsmischungen die korrespondierenden Werte des konventionellen Milchaustauschers deutlich (Tabelle III-5). Der Verdaulichkeitsquotient für Rohprotein lag in der Kontrollgruppe bei 88 %, im Mittel der etwa ein gleiches Futter erhaltenden Gruppen (3), (4) und (5) bei 67 %. Ähnlich sind die Unterschiede hinsichtlich der verdaulichen Energie (90 bzw. 74 %).

Noch niedriger waren die Werte ausgefallen (60 % für Rohprotein, 66 % für Energie), welche mit der Aufzucht-ration erhalten wurden.

In den Aufzuchtgruppen wurde in der Kontrollgruppe (11) nach 26 Tagen eine mittlere Lebendmassezunahme von 13.2 kg errechnet. In den Versuchsgruppen (12) und (13), die gleiches Futter erhielten, lag die Lebendmassezunahme mit 6.4 kg bei nur 48 % des Kontrollwertes. Dies ist nicht auf einen etwa geringeren Futterverzehr zurückzuführen, da in beiden Gruppen der Verzehr an Milchaustauscher höher lag als in der Kontrollgruppe (15 %). Insofern sind bei etwas geringerem Heuverzehr die Unterschiede in der Futterverwertung zwischen den Aufzuchtgruppen (12) und (13) und der Kontrollgruppe (11) noch deutlicher als für die Gewichtsentwicklung beschrieben. Wird allerdings in den Versuchsmischungen der Proteinanteil aus DANPRO A zu Lasten von Leinschrot, Kokoskuchen und Ackerbohnen erhöht (Gruppe 14), übersteigt die Lebendmassezunahme der 3 Versuchskälber mit 14.1 kg den Kontrollgruppenwert, allerdings wurden auch 5.1 kg mehr Milchaustauscher/Kalb in dieser Gruppe verzehrt. In Gruppe (15) wurden Leistungen gemessen, die in etwa zwischen der Kontrollgruppe und den Aufzuchtgruppen (12) und (13) angesiedelt waren. Hier war der Geflügelschlachtabfallanteil in der Mischung wieder zu Lasten der Komponenten Leinschrot, Kokoskuchen und Ackerbohnen erhöht worden.

Die in der 4. Versuchswoche vorgenommene Bestimmung der Plasmaglukose führte zu Gruppenmittelwerten, welche eine Zuordnung zum Fütterungsregime mühelos erlauben (Tabelle III-6 und III-8). Während in den Kontrollgruppen Mast bzw. Aufzucht 2 Stunden nach der Mahlzeit 8.0 bzw. 6.7 mmol/l Plasma gemessen wurden, betrug das Mittel der anderen Gruppen nur 6.3 bzw. 5.0 mmol. Die Differenzen reflektieren die unterschiedliche Lactose-Versorgung.

Die Hämoglobin-Konzentration im Blut, gemessen in der 1. und 4. Versuchswoche, ließ keine von der Futterzusammensetzung abhängigen Tendenzen erkennen.

Die Plasmakonzentration an Harnstoff - in der 4. Woche vor der Fütterung gemessen - wies in allen Versuchsgruppen höhere Werte auf als in den jeweiligen Kontrollgruppen. Dies läßt darauf schließen, daß aufgenommenes, verdautes Protein in den Versuchsgruppen schlechter verwertet wurde als in der Kontrollgruppe.

Dies kann für die Mastgruppen auch über Berechnungen der Verwertung verdaulichen Proteins belegt werden. Bei etwa gleicher Futteraufnahme in der Kontrollgruppe (1) und den Versuchsgruppen (3) und (4) lag die Aufnahme an verdaulichem Rohprotein in den Versuchsgruppen ca. 11 % unter dem Kontrollgruppenwert (5.1 kg verdauliches Rohprotein). Die Aufnahme an verdaulicher Energie unterschritt den Kontrollgruppenwert allerdings um 21 %. In der Kontrollgruppe wurden pro g aufgenommenes verdauliches Protein 3.4 g Zunahme errechnet, in den Versuchsgruppen nur 1.8 g. Geringgradig bessere Relativwerte zeigen sich bei einer vergleichbaren Berechnung der Ausnutzung der verdaulichen Energie (Kontrollgruppe 40 g/kJ verdauliche Energie, 24 g in den Versuchsgruppen).

Die höheren Harnstoffwerte in den Mastversuchsgruppen sind infolgedessen nicht - wie aus der Futteranalytik hätte geschlossen werden können - eine Folge der höheren Proteinkonzentration der Versuchsfuttermischungen, sondern Resultat eines geringeren N-Ansatzes bei vergleichbarer Aufnahme an verdaulichem Protein. Die Versuchsergebnisse lassen keinen Schluß auf den limitierenden Faktor zu (biologische Wertigkeit, Umsetzbarkeit der verdaulichen Energie zur Nettoenergie oder andere limitierende Faktoren).

3.3

HAUPTVERSUCH

2. TEIL

Wenn der saure pH-Wert der Tränken allein für die Verzehrsdepression verantwortlich war, müßte eine entsprechende pH-Korrektur die Futterakzeptanz wesentlich verbessern. Ausgehend von dieser Überlegung wurde eine zweite Versuchsanlage erstellt, deren Ziel es war, die weitere Gewichtsentwicklung der Kälber zu beobachten und die Verträglichkeit der nun weniger sauren Tränken zu prüfen. Die Versuchsbedingungen sollten dabei denen von Versuchsteil 1 entsprechen.

3.3.1 VERSUCHSPLAN und DURCHFÜHRUNG

3.3.1.1 Versuchsanstellung

Die Kontrollgruppen (1), jetzt (K) und (11), jetzt (A) sowie Gruppe (5), jetzt (N) mit M-2 wurden unverändert in den neuen Versuchsteil übernommen. Eine Übersicht der Neueinteilung der Tiergruppen gibt Tabelle 29.

Die Mastkontrollgruppe (K), die wiederum den konventionellen Magermilchaustauscher M-M erhielt, wurde nur 3 Versuchsgruppen gegenübergestellt. Es sollte Ration M-2, die im 1. Teil gut aufgenommen wurde, an einer größeren Tierzahl (Gruppen (M), 9 Tiere und (N), wie bisher 3 Tiere) überprüft werden.

Mit der neuen Futtermischung M-3 wurde als Alleinfutter eine an den Typ A-2 angelehnte Zusammensetzung geprüft. Dieser Futtertyp enthielt dann 24 % Geflügelschlachtabfälle als Proteinquelle, dafür aber 14 % Sojaprotein und 3 % FPC. Die Futtermenge reichte jedoch nur aus, um M-3 in einer 9er-Gruppe (L) über 2 Wochen füttern. M-3 entstand durch Verschneiden von A-3 mit M-1-Prämix und mit einigen Einzelkomponenten (Futterzusammensetzung und Rohrnährstoffgehalte siehe Tabellen 26 und 27).

Da die für den Versuch benötigten Futtermischungen (insbesondere alle Vormischungen) nahezu vollständig vor Versuchsbeginn hergestellt worden waren, konnten Änderungen an der Futterzusammensetzung nur noch für kleinere Futtermengen vorgenommen werden. Eine Erhöhung des pH-Wertes, dessen niedriges Niveau als eine der Ursachen der Verzehrsdepression angesehen werden durfte, kam durch Verzicht auf den Säurezusatz mit Ausnahme einer Charge nicht mehr infrage, vielmehr mußte die trinkfertig angerührte Tränke durch NaOH-Zusatz partiell neutralisiert werden. Bei freiem Zugang zu Trinkwasser wie in vorliegendem Fall ist die Natrium-Toleranz höher als sonst. Bei steigender Tränkmenge und Natriumkonzentration in der Tränke wurden NaOH-Mengen verbraucht, die eine laufende Überprüfung der dadurch aufgenommenen Natrium-Menge auf eventuell toxische Nebenwirkungen erforderlich machte.

Neun Versuchskälber, welche in den vorangegangenen 26 Tage durch Tränkverweigerung und Erkrankungen so geschwächt waren, daß sie auch die teilneutralisierte Versuchstränke nicht aufnahmen, wurden aus dem Versuch genommen. Dies machte wegen der verringerten Tierzahl eine Reduzierung der Versuchsgruppen und auch eine Neueinteilung der Kälber innerhalb dieser Gruppen notwendig. Im Prinzip wurden dieselben Futtermischungen wie in Versuchsteil 1 angeboten. Um aber Verwechslungen zu vermeiden, wurden andere Code-Bezeichnungen für die Tiergruppen gewählt. Die neue Einteilung der Gruppen ist aus Tabelle 29 ersichtlich.

Tab. 29 : VERSUCHSPLAN

MAST

Gruppe	(K)	(L)	(M)	(N)	(O)
Code *	M-M	M-1	M-2	M-2	M-4
Tierzahl	9	9	9	3	3

AUFZUCHT

Gruppe	(A)	(B)	(C)	(D)
Code *	A-M	M-1	A-1	A-2
Tierzahl	9	9	9	3

*Zusammensetzung siehe Tabelle 26

Da die neu gemischten Rationen nur in kleineren Mengen vorlagen und weil auch durch Teilneutralisation der Versuchstränken das Problem der Verzehrdepression nicht vollständig gelöst werden konnte, wurden die einzelnen Mischungen nach 2 oder 3 Versuchswochen anderen Tiergruppen angeboten. Damit sollte auch herausgefunden werden, ob mit zunehmendem Alter die Akzeptanz der Versuchstränke eventuell ansteigt.

Innerhalb der einzelnen Tiergruppen wurde deshalb nach 2 oder 3 Wochen Fütterungsdauer die Futtermischung gewechselt. Die nachstehende Übersicht informiert über die zeitliche Abfolge der Verabreichung der Mastrationstypen an die einzelnen Tiergruppen.

Tab. 3a : ÜBERSICHT DER VERSUCHSANORDNUNG

Tiergruppe	n	VERSUCHSWOCHEN			
		1/2	3/4	5/6/7	8
K	9	M-M	M-2	M-M	M-1
L	9	M-1	M-3	A-1	M-1
M	9	M-2	M-M	M-2	M-M
N	3	M-2	M-2	M-2	M-1
O	3	M-4	M-4	M-4	M-4

Die Kälber der Gruppe (M) erhielten nach 14 Tagen mit M-2 2 Wochen lang den konventionellen Milchaustauscher M-M. Es sollte damit überprüft werden, ob und wie schnell nach dem Futterwechsel sich das Leistungsniveau der bisherigen Kontrollgruppe (K) einstellt.

Als Gegenprobe zu Gruppe (M) wurde den Kälbern von Gruppe (K) nach M-M über den gleichen Zeitraum hinweg die Versuchsration M-2 angeboten. Mit diesem Wechsel sollte geprüft werden, ob M-2 von älteren Tieren besser aufgenommen und verdaut wird als von jüngeren Kälbern und inwieweit dadurch M-2 als Futterttyp für den 2.

Mastabschnitt ab 100 kg Lebendgewicht in Frage kommt. Damit sollte auch eine Antwort gefunden werden, ob sich die Versuchsmischung als Milchaustauscher II für Mastkälber ab ca. 100 kg eignet.

Gruppe (L) erhält in diesen beiden Versuchswochen M-1, dann für 2 Wochen die neue Ration M-3 als Alleinfutter.

Für den Aufzuchtversuch wurden ebenfalls nur noch 3 Tiergruppen mit der Kontrollgruppe (A) verglichen. Milchaustauschfutter A-3 wurde aufgrund der schlechten Ergebnisse im 1. Versuchsteil nicht mehr verfüttert. Mit den Aufzuchtrationen A-1 und A-2 wurde die als Mastauswechsler konzipierte Ration M-1 (Gruppe (B)) verglichen.

3.3.1.2 Tiermaterial

Mehrere Versuchskälber waren aufgrund der ungenügenden Nahrungsaufnahme im ersten Versuchsteil in einer schlechten körperlichen Verfassung, so daß sie nicht mehr für den neuen Versuch eingeteilt werden konnten. Diese Tiere wurden zu je 3 Tieren in separaten Buchten aufgestellt und erhielten je nach Herkunft aus Mast- oder Aufzuchtteil des 1. Versuchsabschnittes den konventionellen Magermilchaustauscher für Mast beziehungsweise für Aufzucht. Die restlichen Kälber (n=63) wurden in neue Mast- und Aufzuchtgruppen eingeteilt, wobei man sich bei der Neueinteilung an den alten Rationsgruppen aus dem ersten Versuchsteil orientierte.

Es schieden aus den Gruppen (3), (4) und (6) insgesamt 6 Tiere aus und aus Gruppen (12), (13) und (15) 3 weitere Kälber.

Einen Überblick auf das Änderungsschema der Versuchsgruppen gibt Tabelle 31.

Tab. 31 : NEUEINTEILUNG DER VERSUCHSGRUPPEN

MAST

1. Versuchsteil			2. Versuchsteil		
(1)	M-M	----->	(K)	M-M	
(2)	M-4	----->	(O)	M-4	
(3), (4)	M-1	> ----->	(L)	M-1	und
und (6)	A-1		(M)	M-2	
(5)	M-2	----->	(N)	M-2	

AUFZUCHT

1. Versuchsteil			2. Versuchsteil		
(11)	A-M	----->	(A)	A-M	
(12)	A-1	----->	(B)	M-1	
(13)	A-1	----->	(C)	A-1	
(14)	A-2	----->	(D)	A-2	

3.3.1.3 Tierhaltung

Die Haltung der Tiere erfolgte wie in Versuchsteil 1 beschrieben.

3.3.1.4 Fütterung

Die neue Versuchsanlage erforderte größere Mengen an Futtermischung M-2 als ursprünglich im 1. Versuchsteil für nur 3 Kälber der Rationsgruppe (5) geplant. Jetzt sollten insgesamt 12 Tiere damit versorgt werden. Da jedoch noch nicht alle Futterrationen bei Beginn von Versuchsteil 1 fertiggemischt waren, konnte dieser Änderung entsprochen werden, so daß ausreichende Mengen der Futtermischung M-2 zur Verfügung standen.

Der Fütterungsablauf entsprach dem 1. Teil des Versuches.

Die Aufzucht- und Mastgruppen wurden nach einem neu-aufgestellten Fütterungsregime getränkt, für die Mastgruppen galt dabei wieder die Orientierung an der Lebendmasse (Tabellen 32 und 33).

Für die notwendige pH-Korrektur wurden die verschiedenen verzehrsfertigen Tränken M-1, M-3, M-4, A-1 und A-2 mit einer 32-gewichtsprozentigen NaOH solange titriert bis pH 5.6 - 5.8 erreicht war. Aus der verbrauchten Laugenmenge, bezogen auf ein bestimmtes Vorlagevolumen, konnte der benötigte NaOH-Zusatz für die einzelnen Tränken berechnet werden.

Der Indikator Chromoxid wurde in einem Anteil von 0.5 % der jeweiligen Futtermenge zugemischt und nicht wie bisher einzeln abgewogen den angerührten Tränken zugesetzt.

Tab. 32 : FÜTTERUNGSRÉGIME AUFZUCHT II. TEIL
Mahlzeiten pro Tag - Tagesfuttermenge in g MAI (1 Tränke)

Gruppe	A	B	C	D
Code	A-M	M-1	A-1	A-2
1. Woche	2 - 960 (8)	2 - 1200 (8)	2 - 1200 (8)	2 - 1200 (8)
2. Woche	2 - 720 (6)	2 - 1200 (8)	2 - 1200 (8)	2 - 1200 (8)
3. Woche	2 - 720 (6)	2 - 900 (6)	2 - 900 (6)	2 - 900 (6)
4. Woche	1 - 360 (3)	2 - 600 (4)	2 - 600 (4)	2 - 600 (4)
5. Woche	1 - 200 (2)	2 - 400 (4)	2 - 400 (4)	2 - 400 (4)
6. Woche	1 - 160 (2)	1 - 200 (2)	1 - 200 (2)	1 - 200 (2)
7. Woche	-	1 - 200 (2)	1 - 200 (2)	1 - 200 (2)
8. Woche	-	1 - 200 (2)	1 - 200 (2)	1 - 200 (2)
Tierzahl	9	9	9	3

Tab. 33 : FÜTERUNGSREGIME MAST II. TEIL
Milchtauschmenge (g/l Tränke) pro Tag
in Prozent der KÖRPERMASSE

Gruppe	K	L	M	N	O
Tierzahl	9	9	9	3	3
Code	%	g/l	%	g/l	%
1. Woche	1.9 - 180	2.1 - 180	2.1 - 180	2.1 - 180	2.1 - 180
2. Woche	1.9 - 180	2.1 - 180	2.1 - 180	2.1 - 180	2.1 - 180
Code	M-M	M-1	M-2	M-2	M-4
3. Woche	2.1 - 180	2.1 - 180	1.9 - 180	2.1 - 180	2.1 - 180
4. Woche	2.1 - 200	2.1 - 180	1.8 - 200	2.1 - 180	2.1 - 200
Code	M-2	M-3	M-M	M-2	M-4
5. Woche	1.8 - 200	2.0 - 180	2.0 - 200	2.0 - 200	2.0 - 200
6. Woche	1.8 - 200	2.0 - 180	2.0 - 200	2.0 - 200	2.0 - 200
7. Woche	1.8 - 200	1.8 - 180	1.8 - 200	1.8 - 200	1.8 - 200
Code	M-M	A-1	M-2	M-2	M-4
8. Woche	1.8 - 200	1.8 - 200	1.8 - 200	1.8 - 200	1.8 - 200
Code	M-1	M-1	M-M	M-1	

3.3.1.5 Versuchsdurchführung

Alle Tiere der Mast- und Aufzuchtgruppen wurden einmal wöchentlich gewogen.

Für die korrespondierenden Zeitabschnitte wurde die **Futterraufnahme** gemessen, die **Akzeptanz der Tränken** geprüft und die **Futterverwertung** der verschiedenen Gruppen errechnet.

Weitere Versuchsparameter waren **Durchfallhäufigkeit**, **Morbidität** und **Mortalität**.

Für die Mast- und Aufzuchttiere wurden zu bestimmten Zeitpunkten die **scheinbare Verdaulichkeit** der Futtertrockensubstanz, Rohprotein, Rohfett und Energie bestimmt, ebenso die **Hämoglobinwerte** im Blut und die Plasmakonzentrationen von **Glucose**, **Harnstoff** und **Aminosäuren** ermittelt.

Die Natronlauge zur pH-Korrektur wurde für jede Mahlzeit und Ration in Portionsflaschen abgefüllt und vom Pflegepersonal während dem Anrühren der Tränken diesen zugegeben.

Die pH-Kontrolle der einzelnen Tränken wurde einmal wöchentlich mit einem Digital-pH-Meter durchgeführt.

PROBENNAHME

Kottrockensubstanzbestimmung

Die Bestimmung des Trockensubstanzgehaltes im Kot wurde nur in den Mastgruppen von der **1. bis zur 4. Woche** sowie in der **6. und 8. Woche** durchgeführt.

Ermittlung der scheinbaren Verdaulichkeit

Bei den Mastgruppen wurden in der **2., 4., 6. und 8. Woche** die Verdaulichkeitsquotienten für Futtertrockensubstanz und Futterrohprotein bestimmt, die Verdaubarkeit der Energie wurde nur in der **4. und 8. Woche** ermittelt.

In den Aufzuchtgruppen beschränkten sich die Bestimmungen der scheinbaren Verdaulichkeit von Futtertrockensubstanz, Rohprotein, Rohfett und Energie auf die **1. und 3. Woche**. Die Kotproben einer Sammelperiode wurden von jeweils 3 Tieren einer Bucht zu einer Sammelprobe vereinigt, in der zu einem späteren Zeitpunkt die Gehalte an Chromoxid, Rohprotein, Rohfett und Bruttoenergie bestimmt wurden.

Blutuntersuchungen

Die Probenahme zur Bestimmung von **Hämoglobin, Glucose, Harnstoff** und **Plasmaamino-säuren-Konzentration** erfolgte wie in Tabelle 34 aufgeführt.

Tab. 34 : BLUTENTNAHMEZEITEN

UNTERSUCHUNG auf	WOCHE	ZEITPUNKT *	MASTGRUPPE	AUFZUCHTGRUPPE
Hämoglobin	2	2 h nach	X	X
	4	vor	X	X
	7	vor	X	X
Glucose	2	2 h nach	X	X
	4	2 h nach	X	X
		vor	X	
	7	vor	X	X
		2 h nach	X	X
Harnstoff	2	2 h nach	X	X
Aminosäuren	4	2 h nach	X	
		vor	X	
	7	2 h nach	X	

* Entnahme vor/ 2 Stunden nach der Morgenmahlzeit

Natrium-Konzentrationen im Plasma

Der Zusatz von Natronlauge bedeutete gleichzeitig eine Erhöhung des Natrium-Gehaltes in den Tränken. Zur Erkennung einer sich möglicherweise abzeichnenden Natrium-intoxikation wurden bei allen Tieren in der 2. Versuchs-woche die Plasmakonzentrationen von Natrium bestimmt. Die dabei ermittelten Ergebnisse (Tabelle IV-9, Anhang IV) ergaben Konzentrationen im physiologischen Normbereich, so daß den Tränken weiterhin Natronlauge zugesetzt werden konnte.

Einzelheiten der Probenanalytik finden sich in Anhang I .

3.3.1.6 Statistische Methoden

Der Anstieg der Aminosäuren-Konzentrationen bei den Mastgruppen (Hauptversuch 2. Teil, Woche 4) wurde mit Hilfe des Wilcoxon Paartests auf Signifikanz geprüft. Die dabei angewandten statistischen Methoden finden sich bei **SACHS (1974)**.

3.3.2 VERSUCHSVERLAUF

Die weniger sauren Milchaustauschtränken wurden von den Tieren deutlich besser aufgenommen. Die Aufzuchtgruppen stabilisierten ihre Futteraufnahme innerhalb weniger Tage; Futterverweigerungen kamen hier nicht mehr vor.

Einige Kälber der Mastgruppen (**L**) und (**M**) ließen jedoch immer wieder Anteile ihrer Mahlzeiten zurück, vorallem bei der abendlichen Tränke. Aus diesem Grunde wurde die Abendfütterung ab der 2. Woche 90 Minuten später angesetzt, um einen größeren Zeitabstand zur Morgentränke zu erzielen. Dies ergab nur eine leichte Verbesserung, eine vollständige Problemlösung war damit jedoch nicht gefunden. Aufgrund dessen wurde ab der 3. Versuchswoche in den Gruppen (**K**), (**L**) und (**M**) eine Rationsumstellung vorgenommen, an die sich noch weitere Futterwechsel anschlossen (siehe Versuchsanlage, Tabelle 30).

Die Rationsumstellungen verliefen nicht ohne Probleme. Der Wechsel der Gruppe (**K**) von M-M auf Ration M-2 bewirkte eine teilweise bis vollständige Futterverweigerung fast aller Versuchskälber dieser Gruppe. Erst nach 3 bis 4 Tagen wurde eine Verbesserung der Futterakzeptanz festgestellt, insgesamt aber blieb die Futteraufnahme unzufriedenstellend, immer wieder wurden einzelne Mahlzeiten völlig abgelehnt.

Gruppe (M) dagegen nahm in der 3. und 4. Woche die magermilchhaltige Ration M-M sofort gut auf. Allerdings setzten 1-2 Tage nach dem Futterwechsel bei mehreren Tieren Durchfälle ein, die bei 2 Kälbern einer Behandlung bedurften.

Die zweite Umstellung in der 5. Woche brachte noch größere Schwierigkeiten mit sich. M-2 bzw. A-1 wurden von den Gruppen (M) bzw. (L) während der ersten Tage fast vollständig verweigert. Anschließend wurden zwar die Morgenmahlzeiten meist aufgenommen, die Tränke am Abend wurde selten noch ganz verzehrt.

Kalb Nr. 67 aus Gruppe (L) wurde ab der 7. Woche aus dem Versuch genommen, da das Tier ab dem Rationswechsel in der 5. Woche immer wieder die Tränke verweigerte und dadurch sehr schnell an Gewicht verlor.

Schwere Krankheitsfälle ereigneten sich im 2. Versuchsteil nicht mehr. Nur noch wenige Tiere erkrankten an katarrhalisch-eitrigen Bronchopneumonien (Tabelle IV-8., Anhang IV), die aber gut therapeutisch zu beherrschen waren.

Durchfallerkrankungen konnten vorallem jeweils in den ersten Tagen nach den Rationsumstellungen beobachtet werden. Meistens führten Futterrestriktionen über 1 bis 2 Mahlzeiten zur raschen Besserung.

3.3.3 VERSUCHSERGEBNISSE

3.3.3.1 Lebendmassezunahme und Futterverzehr

Einen Überblick auf Gewichtsentwicklung und Futterverzehr vermitteln die Tabellen 35 bis 39.

MAST

Kontrollgruppe (K) erzielt mit dem Magermilchaustauscher M-M in den ersten beiden Wochen Zunahmen von 20 kg, bei einem Verzehr von 22.6 kg Milchaustauscher, was einer Futterverwertung von 884 g Zunahme/kg Futter entspricht. Damit wurden Gewichtszunahmen erreicht, wie sie für die konventionellen Magermilchaustauschfutter bekannt sind.

In Gruppe (L), M-1, werden trotz guter Futteraufnahme (95 % des Kontrollgruppenwertes) nur geringe Lebendmassezunahmen von 9.4 kg erreicht. Bei einem Futterverbrauch von 20.4 kg ergibt sich daraus eine Futterverwertung von 460 g Zunahme/kg Futter.

In Gruppe (M) führte die Verfütterung von M-2 zu Zunahmen wie sie etwa auch mit M-1 in Gruppe (L) erreicht worden war. Die Futteraufnahme für M-1 und M-2 lag bei 95 bzw. 90 % des Sollwerts. M-M wurde dagegen quantitativ aufgenommen.

Die bereits im 1. Versuchsteil mit M-2 gefütterte 3er-Gruppe (N) zeigte auch in diesen beiden Wochen ansprechende Leistungsdaten; die Zunahme übertraf den Vergleichswert der gleichgefütterten Gruppe (M) um 46 %, die Futterverwertung um 23 %.

In Gruppe (O) wirkt sich, wie bereits im Versuchsteil 1 beschrieben, der Ausfall eines weiter kümmernden Kalbes verzerrend auf den Mittelwert der Gruppe aus.

Durch die starken Unterschiede in der Zunahme vergrößern sich die Gewichts differenzen in den einzelnen Versuchsgruppen von Abschnitt zu Abschnitt.

Gruppe (K) erhält in der 3. und 4. Woche Futter M-2, das Gruppendurchschnittsgewicht liegt (nach bisher abschließlicher Fütterung von M-M) bei 104 kg.

In diesen 2 Wochen werden nur 75 % der M-2 Tränke aufgenommen. Die Lebendmassezunahme verringert sich von vorher 20.0 kg auf 8.4 kg.

Unübersehbar macht sich der Wechsel von M-2 auf M-M in Gruppe (M) bemerkbar (Lebendmasse bei Beginn dieses Versuchsabschnitts 82.0 kg). Hatte die Lebendmassezunahme in den ersten beiden Wochen bei M-2 Aufnahme 10.2 kg betragen, stieg sie jetzt bei M-M-Vefütterung um 56 % auf 15.9 kg an. M-M wurde auch quantitativ aufgenommen.

Ähnlich deutlich wirkte sich der Wechsel von M-1 zu M-3 in Gruppe (L) aus. Bei der Umstellung hatte das mittlere Gewicht nur 80.3 kg betragen. Die Lebendmassezunahme stieg hier von 9.4 kg ebenfalls um 57 % auf 14.8 kg an. Auch M-3 wurde nahezu quantitativ aufgenommen (98 % des Sollwerts).

Da die Versuchsmischungen immer in etwas höheren Mengen angeboten wurden als der Kontrollmilchaustauscher, ist die Futterverwertung in allen Versuchsgruppen immer, selbst bei vergleichbarer Gewichtsentwicklung, schlechter als in der Kontrollgruppe.

Der abermalige Wechsel bei Gruppe (M) zu Beginn der 5. Woche wieder auf M-2 (nach M-2 in den ersten beiden und M-M in den beiden folgenden Wochen), führte zu einer drastischen Verzehrsdepression (Futteraufnahme nur 61 % des Sollwerts). Es überrascht daher nicht, daß in drei Wochen nur 4.4 kg mittlere Lebendmasse gemessen werden konnten.

Als Vergleichswert bieten sich 14 kg Zunahme der 3 (N)-Tiere bei allerdings 41.6 kg Futterverzehr (24.8 kg Futterverzehr in Gruppe (M)) an.

30.2 kg Lebendmassezunahme, quantitative Futteraufnahme und 682 g Zunahme pro kg Futterverzehr in 3 Wochen kennzeichnen eine fast kompensatorische Wachstumsrate der Gruppe (K) bei Umstellung von M-2 auf M-M in der 5. bis 7. Versuchswoche.

Diese Kälber erhielten in der 8. Woche bei einer Lebendmasse von 139 kg für 8 Tage die Futtermischung M-1 angeboten. Zwei Drittel der angebotenen Futtermenge wurde nicht aufgenommen, in einer Woche verloren die Kälber 8.0 kg Lebendmasse.

In Gruppe (M) wurde in der 8. Versuchswoche nach 3 Wochen M-2 wieder M-M angeboten. Auch hier sprechen 12.1 kg Lebendmassezunahme in 7 Tagen bei einer Futterverwertung von 975 g Zunahme/kg Futteraufnahme für ein kompensatorisches Wachstum.

Gewichtsentwicklung und Futterverwertung erlauben die Aussage, daß bei Verwendung als Alleinfutter die beiden längerfristig geprüften Versuchsmischungen M-1 und M-2 in keiner Weise an das mit einem konventionellen Milchaustauscher erzielbare Ergebnis heranreichen und daß offensichtlich mit zunehmender Gewöhnung an magermilchhaltigen Milchaustauscher das Angebot der Versuchsmischung zu einer immer ausgeprägteren Futterverweigerung führt. Unter dem Vorbehalt einer nur 14tägigen Verfütterung kann M-3 deutlich bessere Akzeptanz und offensichtlich auch bessere Verwertung als den anderen Versuchsmischungen bescheinigt werden.

Damit wurden Schlußfolgerungen bestätigt, die sich bereits im 1. Versuchsteil andeuteten, daß nämlich mit geringeren Anteilen an Leinsamen und Geflügelmehl, bei gleichzeitiger Erhöhung des DANPRO A-Gehalts, bessere Ergebnisse zu erzielen sind.

Tab. 35 : GEWICHTSENTWICKLUNG DER MASTGRUPPEN IN 8 WOCHEN

in kg Lebendmasse

Mittelwerte und Standardabweichungen

Gruppe	K	L	M	N *	O *
Tierzahl	9	9	9	3	3
Versuchsbeginn	80.4	70.9	71.9	77.7	71.5
+s/R	7.7	7.3	4.6	10.9	11.8
1. Woche	89.8	75.2	76.5	85.6	77.2
+s/R	8.6	8.0	5.0	10.6	5.2
2. Woche	100.4	80.3	82.2	92.6	83.4
+s/R	10.1	8.6	5.3	12.8	8.7
Code	M-M	M-1	M-2	M-2	M-4
3. Woche	103.7	85.4	89.8	100.2	90.2
+s/R	9.1	9.0	5.1	12.9	22.5
4. Woche	108.8	95.1	98.1	106.3	96.7
+s/R	9.5	9.9	5.4	13.3	24.6
Code	M-2	M-3	M-M	M-2	M-4
5. Woche	118.1	97.7	98.1	113.3	101.6
+s/R	9.9	12.3	6.8	13.8	26.9
6. Woche	128.4	100.8	101.2	116.0	105.2
+s/R	10.5	15.3	9.0	17.1	28.5
7. Woche	139.0	104.0	102.5	120.3	108.3
+s/R	10.0	13.0	12.2	20.8	30.4
Code	M-M	A-1	M-2	M-2	M-4
8. Woche	131.0	105.5	114.6	124.7	106.8
+s/R	9.7	12.0	11.2	23.4	26.4
Code	M-1	M-1	M-M	M-1	M-4

*Gruppen N und O (je n=3 Tiere) Angabe der Spannweite R anstelle der Standardabweichungen

Tab. 36: ERGEBNISSE DER VERSCHIEDENEN FÜTTERUNGSPERIODEN (MAST)

WACHSTUM (LMZ), FUTTERVERZEHR (FVZ)
FUTTERVERWERTUNG (FVW) (LMZ(kg) / FVZ(kg))

GRUPPE	K	L	M	N *	O *
1. + 2. Woche					
LMZ(kg)	20.0	9.4	10.2	14.9	11.9
+s/R	3.0	2.9	2.4	3.6	8.3
FVZ(kg)	22.6	20.4	19.6	23.4	18.8
+s/R	2.1	2.9	2.1	5.5	8.2
FVZ % **	100	95	90	98	84
FVW(g/kg)	884	460	518	636	562
+s/R	92	129	830	21	564
Code	M-M	M-1	M-2	M-2	M-4
3. + 4. Woche					
LMZ(kg)	8.4	14.8	15.9	13.6	13.3
+s/R	5.2	2.8	1.5	9.4	15.3
FVZ(kg)	22.4	24.0	22.3	27.2	23.7
+s/R	5.7	2.7	1.4	9.4	15.6
FVZ %	75	98	100	96	91
FVW(g/kg)	341	618	716	501	539
+s/R	187	99	856	275	562
Code	M-2	M-3	M-M	M-2	M-4
5. + 6. + 7. Woche					
LMZ(kg)	30.2	8.9	4.4	14.0	11.6
+s/R	2.0	6.0	11.8	25.8	18.5
FVZ(kg)	44.5	33.9	24.8	41.6	32.2
+s/R	3.6	8.5	9.3	13.0	21.0
FVZ %	100	84	61	92	77
FVW(g/kg)	682	251	79	316	328
+s/R	66	133	403	515	344
Code	M-M	A-1	M-2	M-2	M-4
8. Woche					
LMZ(kg)	-8.0	1.0	12.1	4.4	-1.5
+s/R	4.1	2.7	3.8	7.5	8.9
FVZ(kg)	6.0	10.7	12.8	12.1	7.9
+s/R	3.6	2.7	1.8	12.2	4.1
FVZ %	35	79	98	77	57
FVW(g/kg)		93	975	288	
+s/R		214	370	645	
Code	M-1	M-1	M-M	M-1	M-4

* Gruppen N und O (je n=3 Tiere) Angabe der Spannweite R

** FVZ % : realer Futterverzehr in % der angebotenen Menge

AUFZUCHT

Die Versuchsmischungen des Aufzuchtversuches wurden - da in geringeren Mengen und kleineren Konzentrationen angeboten- während der 8-wöchigen Versuchsdauer von allen Tieren quantitativ aufgenommen.

Da die Milchaustauschfuttermenge in den Gruppen (B), (C) und (D) entsprechend höher als in der Kontrollgruppe (A) war und auch während des gesamten Versuchsablaufs verabreicht wurde (Kontrollfutter nur 6 Wochen), war zu erwarten, daß entsprechend weniger Heu und Kraftfutter verzehrt würde. Dies trifft nur für die Gruppen zu, welche die Mischungen A-1 und M-1 erhielten, nicht dagegen für die Mischung A-2, die kein Leinsamen, Kokoskuchen und Ackerbohnen enthielt.

Vergleicht man die Leistungen der Versuchsgruppen untereinander, so ergeben sich für die Mischung A-2 deutliche Vorteile in Wachstum und Futterverwertung. Die Lebendmasse bei Versuchsbeginn betrug 86.0 kg, bei Versuchsende nach 8 Wochen wurden 129.0 kg Lebendmasse bei 621 g Zunahme pro 1000 STE gemessen.

Zwischen den Mischungen M-1 und A-1 traten keine Unterschiede auf, was insofern überrascht, als bei gleicher Futteraufnahme Vorteile für die energiereichere weil fetthaltigere Mischung M-1 hätte erwartet werden dürfen.

In der Magermilchkontrollgruppe (A) (Lebendmasse bei Versuchsbeginn 75.9 kg) wurde die beste Gesamtfutterverwertung erreicht, was mit dem doch restriktiven Milchaustauschfutterangebot in Zusammenhang stehen dürfte (MAT-Aufnahme: 12.8 kg). Die Lebendmassezunahme betrug in 8 Wochen 48.4 kg; sie lag damit knapp 4.0 kg unter dem vergleichbaren Wert der Gruppe (D) mit Mischung A-2 und 5-6 kg über den entsprechenden Daten der Gruppen (B) und (C).

Tab. 37 : GEWICHTSENTWICKLUNG DER AUZUCHTGRUPPEN IN 8 WOCHEN

in kg Lebendmasse

Mittelwerte und Standardabweichungen

Gruppe	A	B	C	D *
Tierzahl	9	9	9	3
Versuchsbeginn	75.9	71.6	71.5	76.8
±s/R	5.0	4.9	6.5	5.6
1. Woche	85.0	78.1	77.9	84.5
±s/R	5.3	5.8	8.0	5.4
2. Woche	90.7	84.7	84.5	92.3
±s/R	4.9	6.8	8.8	5.4
3. Woche	98.2	89.8	90.3	98.6
±s/R	4.5	7.4	9.2	6.0
4. Woche	104.9	94.3	95.6	104.3
±s/R	4.5	8.9	10.5	6.0
5. Woche	110.8	100.7	101.6	114.1
±s/R	4.8	11.3	11.7	6.9
6. Woche	114.9	105.6	105.2	117.7
±s/R	6.1	12.1	13.4	4.8
7. Woche	119.5	110.0	110.6	124.0
±s/R	6.3	13.2	16.1	5.2
8. Woche	124.4	115.3	114.0	129.0
±s/R	6.0	12.8	17.8	4.4
Code	A-M	M-1	A-1	A-2

* Gruppe D (n=3 Tiere) Angabe der Spannweite R anstelle der Standardabweichung

Tab. 38 : WACHSTUM (LMZ), FUTTERVERZEHR (FVZ) in 8 WOCHEN
AUFZUCHTVERSUCH II. TEIL

GRUPPE	A	B	C	D *
Code	A-M	M-1	A-1	A-2
Tierzahl	9	9	9	3
WOCHE 1 - 4				
LMZ(kg)	28.9	22.7	24.1	27.6
+s/R	2.8	4.8	5.4	1.9
FVZ(kg)	MAT**	26.8	26.8	26.6
	KF	14.3	17.8	21.5
	HEU	9.1	7.4	9.5
WOCHE 5 - 8				
LMZ(kg)	19.5	21.0	18.4	24.7
+s/R	4.6	5.6	8.5	2.5
FVZ(kg)	MAT	7.0	7.0	7.0
	KF	53.8	50.1	52.1
	HEU	35.5	28.8	34.9
WOCHE 1 - 8				
LMZ(kg)	48.4	43.7	42.5	52.2
+s/R	5.6	9.2	13.1	2.0
FVZ(kg)	MAT	33.8	33.8	33.6
	KF	75.7	67.9	73.6
	HEU	47.2	36.2	44.4

* Gruppe D (n=3 Tiere) Angabe der Spannweite R anstelle der Standardabweichung

** MAT : Milchaustauscher KF : Kraftfutter

x Gruppe A erhielt MAT nur bis einschließlich 6. Woche

Tab. 39 : GEWICHTSZUNAHME (g) je 1000 STÄRKEEINHEITEN *

AUFZUCHTVERSUCH II. TEIL

g / 1000 STE

GRUPPE	A	B	C	D
CODE	A-M	M-1	A-1	A-2
WOCHE				
1	1241	789	867	943
2	767	589	738	817
3	779	491	636	607
4	683	491	550	541
5	589	633	585	898
6	377	478	344	329
7	362	370	425	452
8	382	413	276	384
1 - 4	867	582	698	727
5 - 8	428	473	407	516
1 - 8	648	527	553	621
Tierzahl	9	9	9	3

* Eine Art Futterverwertung bei drei gleichzeitig und in unterschiedlichem Maß verzehrten Futtermitteln läßt sich nur über den gemeinsamen Nenner Verzehr an Stärke-einheiten berechnen. Die Stärkeeinheiten der Futtermittel Milchaustauscher, Heu und Kraftfutter wurden anhand von Schätzgleichungen (KIRCHGESSNER, 1982) errechnet.

3.3.3.2 Scheinbare Verdaulichkeit

Die einzelnen Verdaulichkeitswerte sind den Tabellen 40 und 41 zu entnehmen.

MAST

Trotz mehrfachen Futterwechsels, das heißt Verabreichung derselben Futtermischung zu verschiedenen Versuchszeitpunkten und an unterschiedlichen Tiergruppen, lassen sich unabhängig von Zeitpunkt und Tiergruppe charakteristische Verdaulichkeitswerte für die einzelnen Futtermischungen darstellen.

Erwartungsgemäß liegen die Verdaulichkeitsquotienten für Futtertrockensubstanz, Rohprotein und Energie der magermilchhaltigen Futtermischung stets deutlich über den korrespondierenden Werten der Versuchsmischungen. Die folgende Besprechung hebt deshalb bei der Vernachlässigung der Tiergruppen mehr auf die Futtertypen ab.

Futtertyp M-M

Durch den Einsatz des magermilchhaltigen Milchaustauschers M-M werden in der Kontrollgruppe und in Gruppe (M) für die Trockensubstanz Verdaulichkeitsquotienten zwischen 92.6 % und 94.6 % ermittelt, die scheinbare Verdaulichkeit von Futterrohprotein bewegt sich in diesen beiden Gruppen von 91.0 % bis 93.9 %, die Energie-Verdaulichkeit erreicht Werte von 94.4 % bis 95.7 % (die Energie-Verdaulichkeit wurde nur in Gruppe (M) bestimmt). Die Ergebnisse für Milchaustauschfutter M-M weisen somit in den Gruppen (K) und (M) zwischen der 2. und 8. Versuchswoche nur geringe Unterschiede auf.

Futtertyp M-1

Diese Futtermischung war vorallem für Gruppe (L) bestimmt, wurde aber auch in der 8. Woche Gruppe (K) und (N) angeboten. Die Ergebnisse in (L) liegen für die Verdaulichkeit der Futtertrockensubstanz in der 2. Woche bei 73.1 % und in der 8. Woche bei 67.5 %.

Auch die Rohprotein- und Energieverdaulichkeiten zeigen dieselbe Tendenz abnehmender Zahlenwerte mit zunehmendem Alter.

In der 2. Woche liegen die Verdaubarkeitsquotienten von Rohprotein bei 67.1 %; in der 8. Woche werden hier nur noch 58.3 % ermittelt, in Gruppe (K) und (N) werden allerdings 72.4 % bzw. 75.1 % errechnet. Die Energieverdaulichkeit erreicht Werte von 72.4 % und 80.9 %. Im Gegensatz zu den M-M-Werten fallen hier für M-1 (und später auch für M-2) die erheblichen Gruppenunterschiede auf, die vorerst nur tierabhängig erschienen. Offensichtlich ist die Verdaulichkeit der Nichtmilch-Bestandteile limitiert, daher die niedrigen Werte. Daraus ergibt sich dann, daß bei hoher Zufuhr schlechter verdaulicher Nährstoffe die Verdaunungsquotienten sinken. In der Tat werden in den Gruppen mit hohen Verdaulichkeitsquotienten nur 6.0 bzw. 7.9 kg M-1/Kalb verzehrt, in Gruppe (L) dagegen 12.8 kg.

Futtermitt M-2

M-2 erzielt in Gruppe (M) in der 2. und 6. Versuchswoche Verdaubarkeitsquotienten für die Futtertrockensubstanz von 71.1 % bzw. 75.1 %, in Gruppe (N) liegen diese Werte mit 81.5 % bzw. 79.4 % bedeutend höher. Gruppe (K) erreicht hier beim Futterwechsel in der 3. und 4. Woche 75.8 %, für die Rohprotein- und Energieverdaulichkeit werden in dieser Gruppe 66.5 % beziehungsweise 79.0 % gemessen. Auch bei der scheinbaren Rohproteinverdaulichkeit sind die ermittelten Werte in Gruppe (M) mit 70.9 % und 69.1 % wieder niedriger als die in Gruppe (N) mit 77.2 %, 73.3 % und 76.1 %. Die Energieverdaulichkeit liegt in (N) bei 82.6 % (4. Woche).

Futtermitt M-3

Mit dieser Futtermischung wurden von allen Prüffuttermitteln die besten Ergebnisse erzielt. Der Einsatz von M-3 in Gruppe (L) während der 3. und 4. Woche läßt die scheinbaren Verdaulichkeitswerte im Vergleich zu M-1, das in den ersten beiden Versuchswochen in (L) verfüttert wurde, um etwa 10 % ansteigen. Die scheinbare Verdaulichkeit für Trockensubstanz liegt bei 82.1 %, für Rohprotein bei 77.6 %, sie wurde für die Futterenergie mit 85.8 % ermittelt.

Futtermittelpunkt M-3, der nur 24 % Geflügelschlachtabfälle dafür aber im Gegensatz zu M-1 und M-2 über 14 % DANPRO A und 3 % FPC enthält, weist somit hinsichtlich Leistungs- und Verdaulichkeitsdaten deutlich bessere Ergebnisse auf als die anderen Versuchsrationen. Einschränkung bleibt die kurze Versuchsdauer anzumerken; wegen zu gering vorhandener Futtermenge konnten nur 2 Versuchswochen mit M-3 bestritten werden.

Futtermittelpunkt A-1

Mit der Verfütterung von Aufzuchtfutter A-1 in Gruppe (L) werden für die Trockensubstanz 70.1 % und für Rohprotein 67.9 % scheinbare Verdaulichkeit ermittelt. Diese Werte liegen somit im Bereich der Ergebnisse von Futtermischung M-1.

Insgesamt muß festgestellt werden, daß die Prüffuttermittel M-1, M-2, M-3 und A-1 zu Ergebnissen führten, welche einen Vergleich mit dem magermilchpulverhaltigen Kontrollfutter M-M eindeutig zu dessen Gunsten entscheiden.

AUFZUCHT

In den Versuchsgruppen (B), (C) und (D) ist eine altersbedingte Verbesserung der scheinbaren Verdaulichkeiten von Futtertrockensubstanz und Futterrohprotein festzustellen. Die Verdaulichkeit von Rohfett und Energie geht dagegen zurück. Dies ist auf den steigenden Anteil von Heu und Kraftfutter am Gesamttagesverzehr und dessen niedrige Verdaulichkeit zurückzuführen.

Die Verdaulichkeitsquotienten für Futtertrockensubstanz liegen in der 1. Versuchswoche in Gruppe (B) bei 66.5 % und in der 3. Woche bei 71.8 % .

In Gruppe (C) werden für A-1 zu den gleichen Zeitpunkten 64.3 % beziehungsweise 73.5 % gemessen, in Gruppe (D) mit A-2 66.9 % und 69.7 % .

Die Kontrollgruppe (A), A-M, fällt dagegen von 84.1 % auf Werte von 77.6 % ab.

Bei der Verdaulichkeit von Rohprotein zeigt sich ein ähnliches Bild. Gruppe (B) erzielt eine sprunghafte Verbesserung von 60.8 % auf 69.0 % in der 3. Woche. Auch Gruppe (C) und (D) verbessern sich. So wird bei (C) in der 1. Woche 68.3 % und in der 3. Woche 69.9 % ermittelt, Gruppe (D) erreicht 68.9 % und 71.7 %. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe verschlechtern sich von 86.0 % auf 78.7 % (auch wird der Kraftfuttereinfluß deutlich).

Die Rohfettverdaulichkeit zeigt in den Gruppen (A), (B) und (D) von der 1. zur 3. Woche eine deutliche Abnahme. So kommt es in (B) zu einer Verdaulichkeitsverminderung um 7.8 % (von 95.0 % auf 87.2 %), Gruppe (D) verschlechtert sich sogar, ausgehend von 94.1 %, um 21.7 % . In der Kontrollgruppe wird eine gleiche Tendenz augenfällig (Abfall von 95.1 % auf 83.5 %).

Der Verlauf der Energieverdaulichkeit zeigt deutliche Parallelen zu der von Rohfett auf.

Tab. 40 :

VERDAUBARKEITSQUOTIENTEN

MASTVERSUCH II. TEIL

von

Futtertrockensubstanz T

Rohprotein RP

Energie E

Mittelwerte mit Standardabweichungen*

GRUPPE		K		L		M		N *
Code		M-M		M-1		M-2		M-2
WOCHE 2	T	94.6	+ 0.6	73.1	+ 5.4	71.1	+ 4.1	81.5 (R=1.9)
	RP	93.8	+ 0.7	67.4	+ 5.7	70.9	+ 6.7	77.2 (R=7.2)
	n	9		9		9		3
Code		M-2		M-3		M-M		M-2
WOCHE 4	T	75.8	+ 9.2	82.1	+ 3.2	94.6	+ 0.7	81.4 (R=1.3)
	RP	66.5	+ 12.7	77.6	+ 4.4	93.5	+ 0.5	73.3 (R=2.9)
	E	79.0	+ 11.4	85.8	+ 3.5	95.7	+ 1.0	82.6 (R=1.8)
	n	9		9		9		3
Code		M-M		A-1		M-2		M-2
WOCHE 6	T	93.7	+ 1.8	70.1	+ 6.9	75.1	+ 5.2	79.4 (R=0.7)
	RP	93.9	+ 1.9	67.9	+ 6.8	69.1	+ 5.8	76.1 (R=3.5)
	n	9		8		8		3
Code		M-1		M-1		M-M		M-1
WOCHE 8	T	78.7	+ 6.5	67.5	+ 14.1	92.6	+ 1.5	79.1 (R=1.4)
	RP	72.4	+ 13.2	58.3	+ 22.8	91.0	+ 2.3	75.1 (R=0.6)
	E	76.6	+ 9.4	72.4	+ 14.0	94.4	+ 2.4	80.9 (R=2.7)
	n	7		9		9		2

*bei n₃ Tiere wurde anstelle der Standardabweichung die Spannweite angegeben

FUTTERCODE-KURZCHARAKTERISIERUNG

- M-1 Geflügelmehl - Leinsamen
- M-2 Geflügelmehl - Leinsamen - ohne diät. Zusätze
- M-3 Geflügelmehl - Soja - FPC - Weizenkleber
- A-1 Geflügelmehl - Leinsamen - Ackerbohnen - Kokoskuchen

Tab. 41 :

VERDAUBARKEITSQUOTIENTEN

AUFZUCHTVERSUCH II. TEIL

von

Futtertrockensubstanz T

Rohprotein RP

Energie E

Rohfett RF

Mittelwerte mit Spannweite R

GRUPPE	A		B		C		D *	
Code	A-M		M-1		A-1		A-2	
		R		R		R		
WOCHE 1	T	84.1	0.9	66.5	9.5	64.3	12.0	66.9
	RP	86.0	1.6	60.8	7.8	68.3	20.5	68.9
	E	83.9	1.6	68.9	12.8	75.2	22.1	72.4
	RF	95.1	1.0	95.0	0.6	85.0	16.4	94.1
		R		R		R		
WOCHE 3	T	77.6	4.5	71.8	3.9	73.5	5.0	69.7
	RP	78.7	6.4	69.0	2.9	69.9	8.8	71.7
	E	79.3	3.2	64.6	14.9	75.2	22.1	70.8
	RF	83.5	8.3	87.2	1.0	85.6	9.0	72.4
Tierzahl	9		9		9		3	

* da pro Box Sammelproben von jeweils 3 Tieren analysiert wurden, ergibt sich für Gruppe D für die Wochen 1 und 3 je nur ein Wert.

FUTTERCODEKURZCHARAKTERISIERUNG

A-1 Geflügelmehl - Leinsamen - Ackerbohnen - Kokoskuchen
A-2 Geflügelmehl - Soja
A-3 Geflügelmehl - Maisquellstärke
A-1 Geflügelmehl - Leinsamen - Ackerbohnen - Kokoskuchen

3.3.3.3 Proteinverwertung

Bereits eingangs war ausgeführt worden, daß milchfremde Mischungen in allen einschlägigen Untersuchungen eine geringere Proteinverdaulichkeit aufweisen als Milchprotein selbst. Dies ist der Grund für die höhere Proteinkonzentration in den Mischungen. Damit sollte vermieden werden, daß bei den damit gefütterten Tieren ein Defizit an verdaulichem Protein entsteht.

In Tabelle 42 wurde für die Mastgruppen und die Untersuchungsabschnitte Woche 1./2., 3./4. sowie 5./6./7. entsprechende Berechnungen angestellt.

Für die ersten beiden Versuchswochen, in denen die mit M-1 und M-2 versorgten 9er-Gruppen nur etwa die Hälfte der Tageszunahmen der Kontrollgruppe erreichten, war die Aufnahme an verdaulichem Rohprotein mit 290 g tatsächlich 120 g geringer als in der Kontrollgruppe. Der daraus errechenbare Quotient g Zunahme/g verdauliches Rohprotein, dessen Zahlenwerte in der Regel durch niedrigeren Proteinverzehr begünstigt werden, weist für die M-M-Gruppe mit 3.9 den Höchstwert auf. Die Versuchsgruppen liegen zwischen 2.3 und 2.8. Trotz geringer Versorgung an verdaulichem Rohprotein durfte das Minderwachstum der Versuchsgruppen nicht auf die Proteinmenge als limitierende Menge zurückzuführen sein.

In den Wochen 3 und 4 war die Aufnahme der Versuchsmischungen besser. Die Unterschiede im Verzehr an verdaulichem Rohprotein waren daher zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen geringer. Auch hier wurde für M-M der höchste Zahlenwert des Quotienten g Zunahme/g verdaulichem Rohprotein mit 3.15 ermittelt. Mischung M-3, welche noch zu recht brauchbaren Wachstumsleistungen geführt hatte, bewirkte aufgrund des Fütterungsregimes mit 400 g verdaulichem Rohprotein pro Tag eine höhere Zufuhr als die Kontrollgruppe. Das Protein-Wirkungsverhältnis war mit 2.6 allerdings deutlich niedriger ausgefallen.

Bei der Besprechung der mit M-2 erzielten Wachstums- und Verdaulichkeitsdaten war auf Differenzen zugunsten der nur aus 3 Tieren bestehenden Gruppe (N) im Vergleich zur jeweiligen 9er Gruppe hingewiesen worden. Hinsichtlich des Protein-Wirkungsverhältnisses bestand zwischen beiden Gruppen kaum einen Unterschied (N 1.95; K 2.4 g Zunahme/g verdauliches Rohprotein).

Die für die Wochen 5-7 errechneten Werte entsprechen im Trend den besprochenen Daten. Sie machen zu Lasten der hier erstmals geprüften und eigentlich nur für den Aufzuchtversuch vorgesehenen Mischung A-1 einen erheblichen Unterschied im Protein-Wirkungsverhältnis zwischen den Versuchsmischungen deutlich.

Aus all diesen Berechnungen wird deutlich, daß die Proteinmenge in den Versuchsfuttermischungen eine geringe Qualität aufwies und daß die Proteinmenge aller Wahrscheinlichkeit nach nicht den limitierenden Faktor der Versuchsmischungen darstellt. Überschlägige Schätzungen lassen auch die Vermutung zu, daß die Versorgung der Versuchskälber an verdaulicher Energie sich nicht begrenzend auf das Wachstum ausgewirkt habe.

Insofern werden die aus den Harnstoff-Messungen der 2. Versuchswoche abgeleiteten Schlußfolgerungen durch die Ergebnisse der in Tabelle 42 niedergelegten Berechnungen in vollem Umfang bestätigt.

Tab. 42 : VERGLEICH DER PROTEINVERWERTUNG

Mittelwerte und Standardabweichungen

WOCHE 1 und 2

GRUPPE	(K)	(L)	(M)	(N)*
CODE	M-M	M-1	M-2	M-2
Zunahme g/Tag	1428	671	728	1064
g Zunahme pro kg Futter	884	460	518	636
±s/R	92	129	830	21
Verzehr verd. Protein (g/Tag)	410	290	290	390
±s/R	15	40	30	90
g Zunahme pro g verd. Protein	3.92	2.34	2.47	2.75
±s/R	0.7	0.7	0.4	0.1

* Angabe der Spannweite R anstelle der Standardabweichung bei Gruppen mit n=3 Tiere

WOCHE 3 und 4

GRUPPE	(K)	(L)	(M)	(N)*
CODE	M-2	M-3	M-M	M-2
Zunahme g/Tag	600	1057	1135	971
g Zunahme pro kg Futter	341	618	716	501
+s/R	187	99	856	275
Verzehr verd. Protein (g/Tag)	320	400	360	360
+s/R	80	40	20	51
g Zunahme pro g verd. Protein	2.04	2.58	3.15	1.95
+s/R	2.2	0.4	0.4	1.2

WOCHE 5 / 6 / 7

GRUPPE	(K)	(L)	(M)	(N)*
CODE	M-M	A-1	M-2	M-2
Zunahme g/Tag	1438	427	209	666
g Zunahme pro kg Futter	682	251	79	316
+s/R	66	133	403	515
Verzehr verd. Protein (g/Tag)	480	360	240	430
+s/R	40	90	90	24
g Zunahme pro g verd. Protein	4.47	1.11	1.96	2.03
+s/R	0.5	0.6	0.8	0.4

* Angabe der Spannweite R anstelle der Standardabweichung bei Gruppen mit n=3 Tiere

3.3.3.4 Klinisch - Chemische Blutuntersuchungen

Über die Einzelwerte geben Tabellen IV-1 bis IV-5 (Anhang IV) Auskunft.

HÄMOGLOBIN

In den Mastgruppen wie auch in den Aufzuchtgruppen wurden zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten (2., 4., und 7. Woche) keine größeren Unterschiede festgestellt.

Alle Werte bewegen sich während des Versuchsverlaufes zwischen 5.4 bis 7.3 mmol/l Vollblut und liegen somit im oberen physiologischen Normbereich (ROSENBERGER, 1977), was einer guten Eisenversorgung entspricht und bei jungen Kälber als normal zu bewerten ist.

GLUCOSE

Die analysierten Glucosekonzentrationen liegen für alle Rationsgruppen während der gesamten Versuchsdauer zwischen 4 - 7 mmol/l Plasma.

MAST

Von der 2., 4. und 7. Versuchswoche liegen für den Zeitpunkt 2 Stunden nach der Fütterung Blutglucosewerte vor; für die Mastgruppen wurden in der 4. und 7. Woche auch die Nüchternwerte erhoben. Die Mittelwerte finden sich in Tabelle IV-1.

Dabei treten offensichtlich rationsabhängige Unterschiede auf. So finden sich höchste Glucose-Konzentrationen 2 Stunden nach der Fütterung von M-2. Milchaustauscher M-M, der den höchsten Lactose-Gehalt aufweist, führte zu geringeren Glucose-Anstiegen nach der Fütterung und zu geringeren Maximalwerten.

Dabei muß aber angemerkt werden, daß in der mit M-M gefütterten Gruppen die Nüchternwerte wieder höher lagen als in den Gruppen mit M-2, was auf eine insgesamt höhere Glucose-Konzentration schließen läßt.

Bei einer Beurteilung des Blutglucoseanstiegs muß die Menge an verwertbarer Glucose (aus Glucose oder Lactose) herangezogen werden, welche in einer Mahlzeit aufgenommen wird. Bei gewichtsorientierter Fütterung und erheblichen Gewichtsunterschieden zwischen den einzelnen Gruppen gibt die Konzentration von Gesamtzucker oder Lactose keinen unmittelbar verwertbaren Anhaltspunkt für die Glucoseaufnahme. Bei Berücksichtigung der entsprechenden Daten scheinen die in den einzelnen Milchaustausch-Mischungen vorliegenden Mengen an verwertbarer Glucose gleichermaßen gut absorbiert zu werden.

AUFZUCHT

In den Aufzuchtgruppen wurden in der 2. und 4. Woche nur die Glucosewerte 2 Stunden nach der Fütterung gemessen. Die ermittelten Ergebnisse (zwischen 5.0 und 7.1 mmol/l Plasma) liegen dabei für alle Gruppen im physiologischen Bereich, und sind bei allen Tieren in der 2. Woche höher als in der 4. Woche, wobei die Kontrollgruppe (A) mit 7.1 mmol/l die höchsten Werte erzielt.

In der 7. Versuchswoche wurden die Plasmaglukosekonzentrationen nüchtern und 2 Stunden nach der Fütterung gemessen. Die ermittelten Differenzwerte bewegen sich zwischen 0.3 und 0.7 mmol/l Plasma. Die Nüchternwerte liegen dabei um 4.4 - 5.6 mmol/l.

Bei allen Rationsgruppen kann mit zunehmender Versuchsdauer ein deutlicher Abfall der Glucosekonzentrationen im Plasma nüchterner Kälber beobachtet werden. Diese Feststellung ist nach **GROPP (1973)** altersbedingt und unabhängig von der Rationsgestaltung.

Dennoch muß hier angemerkt werden, daß von der 2. bis 7. Versuchswoche die Aufnahme an Milchaustauscher deutlich zurückging. Typ A-M mit ca. 40.7 % Lactose wurde in der 7. Versuchswoche gar nicht mehr angeboten, von den Versuchstypen wurden nur noch 200 g angeboten. Da Milchaustauscher die einzige Quelle an schnell verfügbarer Blutglucose darstellt, dürfte der beobachtete starke Abfall der Nüchternwerte von der 2. bis auf die 7. Woche variallem fütterungsabhängig sein.

HARNSTOFF

Die Harnstoffkonzentrationen im Plasma wurden für die Aufzucht- und Mastgruppen in der 2. Versuchswoche, 2 Stunden nach der Fütterung, bestimmt. Alle dabei ermittelten Werte befinden sich 3.8 - 6.7 mmol/l Plasma im oberen physiologischen Bereich und deuten damit auf eine quantitativ ausreichende Proteinversorgung hin. Wie schon im Vorversuch beobachtet, liegen sich die Harnstoffwerte im Plasma der Kontrolltiere von Mast und Aufzucht deutlich unter den Werten der verschiedenen Versuchsrationen. In Kontrollgruppe (A), A-M, liegen die Harnstoffkonzentrationen bei 3.8 mmol/l Plasma und in Gruppe (K), M-M, bei 4.2 mmol/l. Die mit den Testrationen gefütterten Tiere zeigen Werte zwischen 4.7 und 6.7 mmol/l. Dieser Unterschied reflektiert die offensichtlich geringere Proteinwertigkeit in den Versuchsfuttermischungen.

Die Differenzen im Plasmaharnstoff der Mastgruppen waren mit 4.2 mmol/l Kontrollplasma und 4.7 bis 5.5 mmol/l der Versuchsgruppen erheblich geringer als in den Aufzuchtgruppen. Die Aufnahme an verdaulichem Protein betrug in der Kontrollgruppe 410 g/Tag, in den mit Versuchsfutter M-1 und M-2 gefütterten 9er Gruppen um 290 g.

Zwischen Harnstoff-Gehalt im Plasma und Gewichtszunahme besteht eine deutlich negative Beziehung (ZUCKER et al., 1972, PUCHAL und LESKOVA, 1962).

Dies gilt in der Regel nur dann, wenn die Aufnahme an verdaulichem Protein für die zu vergleichenden Gruppen auch in etwa gleich ist.

Der Blutharnstoffgehalt ist auch ein wichtiger Parameter der Proteinqualität und kann zur Bestimmung der biologischen Eiweißwertigkeit, herangezogen werden (MÜNCHOW und BERGNER, 1967).

So ist die höhere Harnstoff-Konzentration in den M-1- und M-2-Gruppen trotz so deutlich geringerer Aufnahme an verdaulichem Protein ein markanter Indikator für eine geringere Proteinwertigkeit.

AMINOSÄUREN

Der Plasmaspiegel an freien Aminosäuren gibt Hinweise auf die Verfügbarkeit der Nahrungsaminosäuren und die Wertigkeit des Nahrungsproteins.

In der Regel werden bei derartigen Untersuchungen hochkonzentrierte Proteine oder zumindest die Proteinträger allein verabreicht. In der vorliegenden Studie sollte versucht werden, aus Blutproben, die während eines Fütterungsversuches entnommen wurden, vergleichbare Hinweise zu ziehen. Deshalb wurden in der 4. und 7. Woche von den 9er-Gruppen der Kälbermast 2 Stunden nach der Fütterung Proben aus der Vena jugularis entnommen und die freien Aminosäuren hochdruckflüssigkeitschromatographisch bestimmt.

Bei der 4-Wochen-Entnahme wurde auch eine Nüchternblutprobe gewonnen. Die Ergebnisse sind in Tabellen IV-4 und IV-5 (Anhang IV) wiedergegeben. Für den 4-Wochen-Termin enthält Tabelle IV-4 auch die Mittelwert-Differenzen zwischen Nüchternblutspiegel und 2 Stunden nach der Mahlzeit.

Vergleicht man die Nüchternblutspiegel, so fällt zumindest bei den essentiellen Aminosäuren auf, daß sie in den M-M-Gruppen durchweg höher liegen als in den Versuchsgruppen M-2 und M-3. Zieht man die Daten der Tabelle 42 zu einer Betrachtung mithin, so basieren die unterschiedlichen Nüchternblutspiegel auf einer mittelfristig gleich hohen Aufnahme an verdaulichem Protein. Die durchweg hohen Plasmaaminosäuren-Konzentrationen der M-M-Gruppen spiegeln offensichtlich eine gute "Füllung" der Aminosäuren-Pools wider, die unmittelbar zur Proteinsynthese herangezogen werden.

Innerhalb der Versuchsgruppen fällt der niedrige Methionin-Spiegel - bei M-3 besonders ausgeprägt - auf. Die beschriebenen Unterschiede im Nüchternblutspiegel lassen sich bei den nichtessentiellen Aminosäuren nicht beobachten.

Zwei Stunden nach der Fütterung ist in den Versuchsgruppen der Plasmaspiegel der essentiellen Aminosäuren etwa um den Faktor 2 (bis 3) angestiegen. Dies darf als Hinweis auf eine relativ schnelle Passage der Ingesta in den Dünndarm und auf die Absorption des Nahrungsproteins angesehen werden. Der Plasmaaminosäuren-Spiegel erreicht in diesen Gruppen jetzt in etwa die Höhe des Nüchternniveaus der mit dem magermilchhaltigen Milchaustauscher gefütterten Kälber.

In dieser Gruppe zeigt sich eine gleichgerichtete Veränderung des Plasmaspiegels nicht. Obwohl aus Untersuchungen des Pfortaderblutes bekannt ist, daß Nahrungs-aminosäuren 2 Stunden nach der Mahlzeit meßbar anfluten (EBERSDOBLE, GROPP, 1973), scheinen die Verhältnisse im peripheren Plasma auf eine langsame Abgabe der Aminosäuren aus der Leber in das Plasma oder eine schnelle Abgabe an andere Kompartimente anzudeuten. Es wird allerdings für wahrscheinlich gehalten, daß in der M-M-Gruppe die überwiegende Menge des Nahrungsproteins als Casein im Labmagen zu einem relativ festen Labkuchen koaguliert ist, dessen Teile nur protrahiert und relativ langsam den Labmagen verlassen. So wurde auch die höchste Lysin-Konzentration im Pfortaderplasma erst 5 Stunden nach einer Casein-Mahlzeit gemessen. Zu diesem Zeitpunkt nähert sich der Plasmaspiegel der Pfortader nach Verabreichung von milchfremden Proteinen wieder den Nüchternwerten (EBERSDOBLE, GROPP, 1973). Insofern darf im peripheren Blut das Maximum der Aminosäuren-Anflutung nach Aufnahme eines konventionellen Milchaustauschers erst später als 2 Stunden p.c. erwartet werden.

Nach 7 Versuchswochen gleichen die Plasmaspiegel nach Fütterung von M-M und M-2 annähernd den Werten wie nach der 4. Woche beobachtet. Insofern haben sich Ingesta-Passage und Aminosäuren-Verfügbarkeit von der 4. auf die 7. Woche nicht wesentlich verändert bzw. verbessert.

3.3.3.5 Durchfallerkrankungen

Diarrhoeerkrankungen in den Aufzuchtgruppen waren nur auf einige wenige Tiere beschränkt und konnten durch einfache therapeutische Maßnahmen wie Futterrestriktion schnell geheilt werden.

Bei den Masttieren wurde vermehrt Durchfall beobachtet, der jedoch meist mit dem Futterwechsel in den Gruppen (K), (M) und (L) in Verbindung gebracht werden muß.

Zudem wurde festgestellt, daß die Tiere, die bei den Futterumstellungen mit Durchfallerkrankungen reagierten, auch mehr oder weniger starke Futterverweigerungen zeigten.

Eine Übersicht über die Häufigkeit von Durchfallerkrankungen und Kottrockensubstanzkonzentrationen geben die Tabellen IV-6 und IV-7 (Anhang IV).

DISKUSSION

Der Name Milchaustauscher beansprucht, das Prinzip des Milchersatzes verwirklicht zu haben.

In der Tat aber bestand Milchaustausch lange Zeit ausschließlich und besteht heute noch zum Überwiegenden Teil im Ersatz des MilCHFetts. Milchprotein und Milchezucker können nur in geringen Anteilen durch Nährstoffe anderer Herkunft ersetzt werden. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß heute wahrscheinlich 25 - 30 % der Gesamtmilchaustauscherherstellung hierzulande als Nullmilchaustauscher in den Handel gebracht wird.

Diese Futtertypen sind ausschließlich für die Aufzucht konzipiert, sie sind in der Mast wegen der damit verbundenen Minderleistung und - Rentabilität nicht verwendbar. Die Nullmilchaustauscher bauen neben Molkenproteinen vorwiegend auf speziell zubereiteten Sojaproteinkonzentraten auf. Fischproteinkonzentrate spielen aus geschmacklichen Gründen kaum eine Rolle. Proteinquellen wie Kartoffel-eiweiß, Gelatine, Schlachtabfallhydrolysate und auch Single-cell Proteine erreichen kaum nennenswerte quantitative Anteile.

Ziel der vorliegenden Versuche war es nicht, aufbauend auf bisher bekannten Milchproteinsurrogaten, in den Kriterien Wachstum und Futterverwertung den konventionellen Milchaustauschern unmittelbar vergleichbare Mischfuttertypen zu schaffen. Es ging vielmehr darum, mit bisher wenig beachteten Proteinträger bei entsprechender Feinvermahlung und durch Zusatz diätetisch wirksamer Komponenten, einen Futtertyp zu finden, der flüssig verfüttert in seiner intestinalen Verwertung auf der pseudomono-gastrischen Verdauungskapazität des Kalbes beruht und die Chance liefert, rentabel eingesetzt werden zu können. Höherer Futterverbrauch und während der Flüssigfutterphase auch geringere Zunahmen sollten in Kauf genommen werden, wenn die Umstellung vom Saugkalb auf den jungen Wiederkäuer kostengünstiger und sicher gelingt. In der Kälberaufzucht stellt der Milchaustauscher während der Hauptdauer dieses Fütterungsverfahrens nur ein Ergänzungsfutter dar, auch wenn die futtermittelrechtliche Einstufung Alleinfutter bedeutet, weil neben Milchaustauscher auch Kraftfutter und Heu angeboten und verzehrt werden.

Die Eignung einer Futtermischung läßt sich weitumfassender dann erkennen, wenn dieses Futter, so es dafür geeignet erscheint, als Alleinfutter verwendet bzw. geprüft wird. So muß für die Versuchsanlage die Teilung in Mast- und Aufzuchtgruppen verstanden und beurteilt werden.

4.1

PRINZIPIEN DER FUTTERZUSAMMENSETZUNG

Als neue Hauptproteinträger waren Geflügelschlachtabfälle (Dosierungen von 24 - 42 %) vorgesehen, die relativ preisgünstig und in guter Qualität zu erhalten sind.

Die gute Eignung dieses Proteinträgers ist aus Versuchen an Salmoniden bekannt, die ihrerseits recht hohe Ansprüche an Verdaulichkeit und Qualität eines Nahrungsfuttermittel stellen (GROPP, 1984; STEFFENS, 1985).

Getoastete Ackerbohnen sollten als eine Art Sojaersatz Verwendung finden. Die ebenfalls als Proteinfuttermittel geltenden Komponenten wie Leinschrot und Kokoskuchen wurden wegen anderer Eigenschaften ausgewählt. Kokosfett ist eine in der Regel teure und zumindest starken Preisschwankungen ausgesetzte Fettquelle, die aber wegen ihrer Zusammensetzung für die Ausnutzung der enzymatischen Fettverdauung von Bedeutung ist (prägastrische Esterase). Wenn es gelingt, diesen Fettanteil über Kokoskuchen (ca. 7 % Fett) einzubringen, wäre damit ein Preisvorteil verbunden. Leinschrot war als Leinsamenmehl bestellt worden und sollte wegen seines gehalts an Quellstoffen, denen eine günstige Wirkung bei Magen-Darmentzündungen nachgesagt wird, eingesetzt werden.

Die drei letztgenannten Proteinquellen weisen andererseits Restgehalte an für das Kalb kaum verwertbaren Kohlenhydraten (Größenordnung ca. 30 %) auf, so daß Bedarf nach weiteren und höherprozentigen Proteinträgern bestand. Hier wurde auf das bewährte DANPRO A ebenso wie auf Fischproteinkonzentrat zurückgegriffen. Auch Weizenkleber (sprühgetrocknet), für den aus ersten Versuchen brauchbare Ergebnisse vorlagen (GROPP, 1987 c), wurde verwendet.

In den Aufzuchtmischungen sollte auf die bisherige aufwendige Fetteinbringung verzichtet werden, obwohl geringe Fett-Tröpfchengröße, Fütterungserfolg und Sicherheit des Fütterungsregimes miteinander korreliert sind. Deshalb wurde ein niederschmelzendes Knochenfett mit Zusatz von Emulgatoren mechanisch eingemischt. Wegen der höheren Fettkonzentrationen und der verfütterten Fettmenge kam ein gleiches Verfahren bei den Mastmischungen nicht in Frage. Deshalb wurden hier sprühgetrocknete Konzentrate auf der Basis von Lactose eingesetzt.

Diätetisch begründet ist die Verwendung von Zitronen- und Fumarsäure sowie Sauermolke (anstelle von Süßmolke). Dadurch sollten die bekannten vorbeugenden Effekte der Sauertränke gegen E.coli-Erkrankungen "mitgenommen" werden.

Der Zusatz von Proteasen (Wirkungsoptimum im pH-Bereich von 6.5 bis 8.0) sollte die Dünndarmverdaulichkeit der milchfremden Proteinquellen verbessern. Über Traubentrester (Inhaltstoff Tannin) und Guar-Diastabilisator sollten adstringierende und schleimhauteinhüllende Wirkprinzipien in der Mischung vertreten sein. Zur Stabilisation der Darmflora waren den Mischungen Lactobazillen (Produkt Microferm) in einer Konzentration von 0.01 % zugesetzt worden. Die Feinvermahlung der Komponenten diente dem Zweck, die Verdaulichkeit anzuheben und eine bessere Suspension der an sich wasserunlöslichen Futterpartikel zu erreichen. Auch um die "Suspension" zu verbessern war dem Futter der aus einer Guar-Fraktion hergestellte Stabilisator (Eindickmittel) zugesetzt worden.

Die Aufzucht-Milchaustauschfuttermischungen enthielten etwa 34 % Rohprotein und 15 % Rohfett (inclusive Fettzusatz zur Tränke).

Die Masttypen wiesen einen Rohproteingehalt von 30 % bzw. einen Fettgehalt von 20 % auf.

4.2

AKZEPTANZ

In den Voruntersuchungen an Braunvieh-Kälbern war die Akzeptanz der Aufzuchtmilchtypen gut. Nicht aufgenommene Tränkmengen kamen nur in geringem Maße vor.

Ohne Art und Menge der säuregebenden Komponenten gegenüber dem Vorversuch im Hauptversuch zu ändern, wurden vergleichbare Mischungen im Hauptversuch mit Kuh- und Bullkälbern der Rasse Deutsches Fleckvieh kaum mehr aufgenommen. Bei Tränkkonzentrationen zwischen 120 und 200 g/l lag der pH-Wert der Tränken zwischen pH 4.2 - 4.4 .

Bei etwa der Hälfte aller Kälber blieb diese Verzehrsdepression ausgeprägt; bei etwa 20 % der Tiere wurde im Verlauf von 26 Tagen diese Verweigerungshaltung immer deutlicher. Es wird als wahrscheinlich angenommen, daß die schlechte Tränkaufnahme auf den tiefen pH-Wert der Tränke zurückzuführen ist. Die Kälber, deren Milchaustauschfutter infolge des Verzichts auf Säurezusatz nur einen pH-Wert von 5.7 aufwies, zeigten eine relativ ungestörte Futteraufnahme.

Mehrfach wurde bisher festgestellt, daß gerade Kälber der Rasse Deutsches Fleckvieh weniger leicht an eine saure Tränke zu gewöhnen sind als zum Beispiel Braunviehkälber, die, wie auch der Vorversuch zeigte, einen sauren Milchaustauscher gut und ohne Störungen des Allgemeinbefindens aufnehmen (GROPP, 1987 b).

Ob und inwieweit hier rassebedingte Abweichungen im Regulationsgeschehen des Säuren-Basen-Haushaltes verantwortlich sind, konnte bisher nicht geklärt.

VON BOTHMER (1977) vertritt die Meinung, daß sehr junge Tiere (1 Woche alt) leichter an eine saure Tränke zu gewöhnen sind.

Die Tiere im Hauptversuch hatten alle zu Versuchsbeginn die 4. Lebenswoche erreicht und waren somit schon mehrere Wochen auf eine magermilchhaltige, fast neutrale Tränke eingestellt. Eine abrupte Umstellung auf eine saure, magermilchfreie Versuchstränke ist immer mit der Gefahr von einzelnen Futterverweigerungen zu Versuchsbeginn verbunden.

Auch die durchschnittlich doch bessere Futteraufnahme im 2. Abschnitt nach Teilneutralisation der Tränke spricht dafür, daß der pH-Wert die Hauptursache des beobachteten Minderverzehrs darstellte.

Auf geruchliche und geschmackliche Abweichungen der Tränke durch die ungewöhnlichen Komponenten durften die Kälber kaum reagiert haben. GROPP schließt 1972 (b) aus Versuchen mit FPC an Aufzuchtkälbern, daß Kälber aller Wahrscheinlichkeit nach sehr unempfindlich auf Abweichungen vom Milchgeschmack reagieren.

Dennoch müssen weitere Ursachen für eine Akzeptanzminderung vorgelegen haben. Dafür spricht die immer wieder geringere Futteraufnahme beim Wechsel von magermilchhaltigem Futter auf Versuchsfutter (Hauptversuch Teil 2).

Dies wird weiter deutlich durch die zu Versuchsende wieder stärker auftretenden Futterverweigerungen.

Auch STECHELE (1979) beschreibt in seinen Untersuchungen über Nullmilchaustauscher (Molke-Sojaprotein-Kombinationen) das Problem der Futterverweigerungen vorallem zum Ende der Mastdauer hin.

Die Ursachen dieses Verhaltens sind ungeklärt. Im allgemeinen wird davon ausgegangen, daß milchfreie Mischungen mit zunehmendem Alter besser vertragen und verdaut werden.

Offensichtlich findet dieser verdauungsphysiologische Befund sein Korrelat in der Futteraufnahme nur dann, wenn die entsprechende Futtermischung erstmals an ältere Kälber verabreicht wird.

Eine mögliche Eiweißallergie gegen bestimmte Globulinfraktionen der Futtermittelkomponenten könnte in Betracht gezogen werden. Während des gesamten Versuchsverlaufes gab es jedoch keine Anhaltspunkte, die eine derartige Vermutung bestätigt hätten. Spezifische Analysen wurden aus diesem Grunde jedoch nicht durchgeführt.

Ein weiterer, die Akzeptanz bzw. die Sauglust des Kalbes beeinträchtigender Faktor liegt nach unseren Beobachtungen in der Tränkkonsistenz. Die aus technologischen Gründen notwendige Verwendung eines Dickmittels limitiert zumindest beim Einsatz von Nippelleimern die maximale Tränkkonzentration. Kälber brechen den Versuch, dickflüssige Tränke aufzunehmen, schnell ab; wird die Tränke entsprechend dünnflüssig angeboten, scheitert die quantitative Aufnahme an dem größeren Tränkvolumen. Dies mag auch mit einer der Ursachen gewesen sein, warum die niedriger konzentrierte und in geringerer Menge angebotene Aufzuchttränke viel besser akzeptiert wurde als die Masttränke.

4.2.1 VERTRÄGLICHKEIT DER VERSUCHSTRÄNKEN

Verminderter Futterverzehr und noch mehr im Zeitverlauf deutlich werdende Verzehrsdepressionen lassen sich als Folge einer "learned aversion" deuten. Der Verzehr einer Futtermischung bewirkt eine Stoffwechselstörung, ein metabolisches Unbehagen, welches das Tier mit der Aufnahme dieses Futters zu assoziieren lernt. Im gleichen Zusammenhang muß aber daraufhingewiesen werden, daß die Tränkverweigerungen nur bei einem Teil der Tiere auftraten. Daraus müßte dann für dieses Kollektiv auf eine uneingeschränkte Akzeptanz geschlossen werden. Erkennbare Ausfälle oder Mangelerkrankungen wie Haar- ausfall und andere Erkrankungen der Haut stellten sich im Vor- wie auch im Hauptversuch nicht ein.

Das Auftreten bronchopneumonischer Erkrankungen war in allen Tiergruppen gleichmäßig verteilt, so daß keine Prädisposition der einzelnen Versuchsgruppen zu Atemwegserkrankungen zu erkennen war. Das Gleiche galt ebenfalls für Magen-Darmstörungen in Verbindung mit Durchfall.

Kottrockensubstanzgehalte der Versuchsgruppen von durchschnittlich 20-22 % (Vor- und Hauptversuch) bestätigen damit die von **CHASSIN (1969)**, **GROPP (1972)**, **GROPP** und **BECK (1975)** beschriebenen Beobachtungen, daß magermilchfreie Milchaustauscher eine verbesserte Kotkonsistenz und somit eine verminderte Durchfallrate gegenüber magermilchhaltigen Tränken bedingen.

Diese Erscheinung kann auf das erhöhte Substratangebot an die Darmflora, aufgrund der geringeren Verdaulichkeit von Milchproteinsurrogaten, zurückzuführen sein. Die im Mastteil häufiger auftretenden Diarrhoeerkrankungen konnten hauptsächlich mit den Futterumstellungen nach der 2., 5. und 7. Woche in Verbindung gebracht werden. Ansonsten ließen sich in den Gruppen (L), (M) und (M), welche die Rationen M-1, M-2 und M-3 erhielten, meist etwas höhere Kottrockensubstanzgehalte feststellen, als in den Magermilchgruppen.

Wie aus den Bestimmungen des Hämoglobingehaltes zu bestimmten Zeitpunkten geschlossen werden kann, war auch die Eisenverwertung ungestört. Das hatte nicht von vornherein angenommen werden müssen, da auch bei der Anwendung von bakteriellem Single-cell Protein als Milchproteinsurrogat trotz hoher Eisenzufuhr anämische Hämoglobinkonzentrationen gefunden wurden (**MOTAGALLY et al., 1979**).

Selbst die erhebliche Natrium-Belastung, welche mit der Teilneutralisation der Tränken verbunden war (umgerechnet auf lufttrockene Futtermasse maximal 1 % Natrium), beließ den Plasma-Natrium-Spiegel im physiologischen Bereich. Dies war nur möglich weil alle Kälber Trinkwasser nach Belieben aufnehmen konnten (**GROPP, ADAM, BOEHNCKE, 1978**).

4.3 NÄHRWERT- UND FÜTTERUNGSTAUGLICHKEIT

In dem Aufzuchtversuch konnte mit den Versuchsmischungen relativ brauchbare Ergebnisse erzielt werden. In 2 Versuchsgruppen lag die Gewichtsentwicklung ca. 10 bis 15 % unter dem Kontrollgruppenniveau. In einer 3. Versuchsgruppe (3 Tiere) wurde die Gewichtsleistung der Kontrollgruppe um 8 % übertroffen. In der Futterverwertung traten allerdings versuchsplanbedingt erhebliche Nachteile bei den Versuchsgruppen auf. Dies lag daran, daß die neuen Futtermischungen kombiniert mit einem vom bis- herigen Fütterungsregime abweichenden Tränkplan geprüft wurden. Von den Versuchsmischungen wurden rund 50 % mehr angeboten. Es bleibt zu prüfen, ob eine Verringerung des Milchaustauscherangebotes auch für die geprüften Rezepturen zu einer Erhöhung des Kraftfutterverzehrs führt. Von einer Ausnahme abgesehen wurden mit den Milchaustauschern dieses Typs unter den Bedingungen der Kälbermast unzureichende Wachstumsdaten erzielt. Diese sind in der Mehrzahl der Beobachtungen sicher auf den geringeren Futterverzehr zurückzuführen, aber auch bei gleichem Futterverzehr traten Wachstumsdepressionen auf ein Drittel bis auf die Hälfte des Kontrollgruppenniveaus auf.

Ein Kompensationseffekt im Ausmaß wie ihn **STECHLE (1978)** und **GÖDDE (1979)** bei magermilchfreien Versuchsrationen beobachten konnten, stellte sich nicht ein. Die genannten Autoren berichten über hohe Lebendmassenzunahmen in den letzten Versuchswochen, die die schlechteren Resultate zu Versuchsanfang ausglich. Dieser Effekt wird nach **ROY und STOBO (1974)** durch die verbesserte Verwertung milchfremder Proteinquellen mit steigendem Alter bedingt.

Allein mit einer Mischung wurde im 14 Tage-Vergleich mit 1057 g Tageszunahme die Kontrollgruppenleistung (1135 g/Tag) erreicht. Diese pauschale Betrachtungsweise der Ergebnisse läßt aber eine fundierte Bewertung kaum zu.

4.3.1

NÄHRSTOFFVERDAULICHKEIT

Die folgenden Bemerkungen beschränken sich auf die in den Mastgruppen gemessenen Werte, da nur bei der Verwendung der Milchaustauschfuttermischungen unverfälschte Werte erhalten werden.

Im Mittel der einzelnen Versuchsabschnitte (1.+ 2. Woche, 3.+ 4., 5.+ 6.+ 7. und 8. Woche) lag die Trockensubstanzverdaulichkeit der Kontrollration bei 93.99%, die der Rohproteinverdaulichkeit bei 93.1 % und der Futterenergie bei 95.1 %.

Für die Mittel der Versuchsmischungen mit Geflügelmehl als Hauptproteinquelle wurden Verdaulichkeitsquotienten von 76.2 %, 71.0 % bzw. 79.6 % für Futtertrockensubstanz, Rohprotein und Energie ermittelt.

Die im Versuch für die einzelnen Rationen gemessenen Verdaulichkeitsquotienten liegen mit 65 - 80 % im Bereich, wie sie auch **STECHLE (1979)**, **GÖDDE (1979)** und **GROPP (1975 a)** bei Milchproteinsurrogaten festgestellt haben. Die von den Autoren beobachtete Verbesserung der Verdaulichkeitsquotienten in Abhängigkeit vom Alter der Tiere konnte hier nur deutlich für die Verdaulichkeit von Trockensubstanz und Rohprotein in den Aufzuchtgruppen bestätigt werden.

Die Mittelwerte der Versuchsmischungen sind gleichwohl von großen Abweichungen begleitet, da vordergründig tiergruppenabhängige Differenzen aufzutreten schienen. Offensichtlich aber waren diese Unterschiede eher mit dem Verzehr korreliert. Eine geringe Aufnahme von Nährstoffen, für welche die Verdauungskapazität limitiert ist, führt zu höheren Zahlenwerten. Daß gerade bei Fütterung milchfremder Proteinquellen selbst die Sekretion der für diese Proteine so notwendigen Proteasen begrenzt ist, konnten **WILLIAMS et al. (1975)** nachweisen.

4.3.2 PROTEINQUELLEN

Die Leistung der Kälber nahm zu, wenn Leinschrot, Ackerbohnen und Kokoskuchen durch ein besonders behandeltes Sojaprotein (DANPRO A) ersetzt wurden.

Aber auch die Reduktion des Geflügelmehlgehalts von 42 % auf 24 % scheint die Futterqualität anzuheben. Insofern kann auch für die Aufzuchtstationen auf die eingeführte Proteinquelle Sojaproteinkonzentrat nicht verzichtet werden. Für das Handelsprodukt DANPRO A ist auch bekannt, daß heute seine Verfütterung keine Allergien hervorruft (SISSONS, SMITH, 1979).

Geflügelmehl sollte wahrscheinlich eine Obergrenze von 20 bis 24 % nicht überschreiten.

Getoastete Ackerbohnen scheinen hier ungeeignet, es sei denn es würde versucht, sie einer Sojaproteinkonzentrat vergleichbaren Behandlung zu unterziehen.

Auch Sojaschrot bzw. Sojafeinmehl war für eine qualitativ hochwertige Milchaustauschfuttermischung eine völlig ungeeignete Proteinquelle.

Weitere Untersuchungen mit den Rezeptur-Typen A-2 und M-3, deren Zusammensetzung die oben beschriebenen Prinzipien berücksichtigen, scheinen unter diesem Gesichtspunkt vertretbar.

4.3.3 KOHLENHYDRATE

Die eher abträgliche Wirkung der Proteinträger Kokoskuchen, Ackerbohnen und Leinschrot ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf die Kohlenhydrat-Fraktion zurückzuführen.

Da Nichtmilchproteinträger - mit Ausnahme der hier erstmals verwendeten Geflügelschlachtabfälle - in der Regel bedeutende Kohlenhydrat-Anteile enthalten, die wenn nicht abträglich doch nahezu unverwertbar sind (GROPP, 1973), ist auch "aus Platzgründen" der Gehalt der Nullmilchaustauscher an Lactose geringer als in konventionellen Magermilchaustausch-Mischungen.

Bezogen auf gleiche Futtermengen war der Nüchtern-glucose-spiegel und der postprandiale Anstieg der Blutglucose mit konventionellem Milchaustauscher höher als mit den Versuchsrezepturen.

BEYNEN und VAN GILS (1983) entwickeln die interessante Theorie, daß die Höhe des Blutglucosespiegels, der der Aufnahme einer Futtermischung folgt, für die Wachstumsrate entscheidend bleibt. Ihre Hypothese besagt, daß die hierdurch ausgelöste Insulinausschüttung über direkte und indirekte Förderung anaboler Stoffwechselvorgänge den Nährstoffansatz und damit das Wachstum begünstigt.

Gleichgültig ob man dieser Theorie folgt oder nicht, für den 2. Versuchsabschnitt des Hauptversuches waren Blutglucoseanstieg und zwei Stunden nach der Mahlzeit gemessenes Blutglucosemaximum zwischen Magermilch- und Versuchsmilchaustauscher nicht verschieden. . . .
An den Beispielen der Versuchsmischungen konnte auch gezeigt werden, daß etwa 20 - 25 % Lactose über Lactose- oder Molkenpulver in die Mischung eingebracht werden können. Für magermilchhaltige Mischungen stellen 40 % Lactose eine Art Normwert dar, die vorliegenden Ergebnisse erlauben keine Aussagen, ob 20 % Lactose (inclusive Glucose) für Milchaustauschfuttermischungen als schnell verwertbares Kohlenhydrat genügen.

4.3.4 FETT

Unter den Bedingungen der Aufzuchtütterung des Hauptversuchs genügte die mechanische Fetteinmischung offensichtlich, um Verdauungsstörungen durch zu große Fett-Tröpfchen auszuschließen. Das eingesetzte Knochenfett war mit einem Emulgator vermischt und wies einen niedrigen Schmelzpunkt auf, so daß hier besonders günstige Voraussetzungen für eine Fettverteilung in der Tränke, die letztlich über den Fütterungserfolg entscheidet, vorlagen.

Als wichtiger Punkt darf die Fett-Tröpfchengröße in der Tränkemulsion nicht unberücksichtigt bleiben.

GROPP (1982) stellte fest, daß schon geringe Größenabweichungen der Tröpfchen über 2-4 µm Durchmesser zu manifesten Verdauungsstörungen führen, die sich in der geringeren Verdaulichkeit aller Rohnährstoffe äußern und damit eine verminderte Gewichtszunahme erklären.

Die Mastleistung der Tiere hängt somit in hohem Maße vom Grad der Fettverteilung ab. In die Versuchsmischungen der Mastgruppen wurden aus diesem Grunde gut verdauliche und homogene Sprühfettkonzentrate eingebracht.

4.3.5 ZUSATZSTOFFE

Da während des Hauptversuchs Verdauungsstörungen in den Versuchsgruppen kaum beobachtet wurden, könnte gefolgert werden, daß die diätetischen Zusätze ihre Wirkung erbracht haben. Das dem aber nicht so sein muß, geht aus der ebenfalls störungsfreien Fütterung der Ration M-2 ohne diese Zusätze hervor. Auch war die Proteinverdaulichkeit der Mischungen mit zugesetzten Proteasen nicht besser als ohne diese Supplementierung.

Wahrscheinlich aber läßt der Versuch überhaupt keine Aussage über die Wirkung dieser Zusatzstoffe (Säure, Enzyme, Lactobazillen, Gerb- und Quellstoffe) zu, da die freiwillige Futteraufnahme und damit die Menge des verzehrten Futters durch eine auf die Versuchsbedingungen bezogene Fehldosierung an organischen Säuren so sehr beeinträchtigt war, daß alle möglichen Aussagen durch dieses Faktum überlagert werden.

So kann nur festgestellt werden, daß der Säurezusatz für Deutsche Fleckvieh-Kälber zu hoch gewählt war. Dies trifft generell auch für den erstmals eingesetzten Guar-Diastabilisator zu - eine ausreichende Dickmittelwirkung würde wahrscheinlich mit 1 % dieses Produkts erreicht werden.

So sind schließlich auch die Dosierungen der Quell- und Gerbstoffträger offen für eine Neuevaluierung, weil sich aus den Versuchsdaten keine Anhaltspunkte für eine zweckentsprechende Dosis abzeichnen.

4.4

SYNOPSIS

Zunehmende Verknappung und Verteuerung von Milch und Milchprodukten, Reglementierungen und Bürokratismus im Umgang mit Milchprodukten bereiten den Boden für neue Wege zum Milchersatz.

Daß dem Bedarf nach einer Problemlösung die Realisierung nicht unmittelbar folgte, ist zu erwarten. Versuche mit magermilchfreien Rezepturen gibt es seit etwa 20 Jahren.

Unkonventionelle Proteinquellen zusammen mit neuen Überlegungen zur diätetischen Gestaltung eines Flüssigfutters für pseudomonogastrische Kälber wurden hier vorgelegt, im Experiment geprüft und in ihrem Erfolg bewertet.

Auch wenn die Mehrzahl der Einzelversuche die hochgesteckten Ziele nicht erreicht hat, so sind doch offensichtlich Ansätze erarbeitet worden, welche weitere Schritte fordern.

Bisher unkonventionelle Milchaustausch-Komponenten haben in Verbindung mit einer bisher nicht üblichen physikalischen Behandlung (Feinvermahlung) zukünftig eine Chance. Das Konzept bedarf allerdings der völligen Neuprüfung (nicht der Neuordnung).

Grundlegende Untersuchungen über die Verweildauer solcher unkonventionellen Tränken im Magen und die Passagezeit durch den Darm zusammen mit gesicherten Ergebnissen über Aminosäuren-Verwertung und Bedarf stellen grundlegende Markierungen auf dem einzuschlagenden Weg dar.

ZUSAMMENFASSUNG

In zwei Versuchen an insgesamt 77 Kälbern (4 Deutsche Braunvieh-Bullkälber, 39 DFV-Kuhkälber, 34 DFV-Bullkälber) wurden 10 unkonventionelle MAT-Typen mit 2 magermilchhaltigen Rezepturen im Aufzucht- und Mastverfahren verglichen. Die Neuen Typen (NT) bestanden aus den besonders feinvermahlenden Proteinfuttermitteln Geflügelmehl (24-42 %), Ackerbohnen getoastet (0-10 %), Leinschrot (0-12 %), Weizenkleber (0-5 %), Fischproteinkonzentrat (0-3 %) und Sojaproteinkonzentrat (DANPRO A, 0-14 %). Als Fettquellen für die Aufzucht-NT dienten Kokoskuchen (4-5 %) und Knochenfett mit Emulgator, in den Mast-NT sprühgetrocknete Kombinate auf Lactose-Basis mit Kokos- und Knochenfett. Die NT enthielten unterschiedliche Anteile an Lactose und Sauermolke. Als diätetisch wirksame Komponenten waren den NT zugesetzt: organische Säuren, Lactobazillen, Protease sowie gerb- und schleimstoffhaltige Futtermittel. Die NT-Trockensubstanz enthielt in den Aufzucht-Typen 35 % RP und 15 % RF, in den Mast-Typen 32 % RP und 20 % RF. Für die Kontrollaustauscher Mast (KM) und Aufzucht (KA) lagen die entsprechenden Werte bei 25.0 bzw. 26.0 % RP und 19.0 bzw. 15.0 % RF.

Der pH-Wert der fertigen Tränke (4.2-4.4) führte bei der Mehrheit der DFV-Kälber zu Verzehrsdepression und Tränkverweigerungen, nicht dagegen bei den 4 Deutschen Braunvieh-Kälbern. In der Folge wurden die sauren NT mit NaOH teilneutralisiert (pH 5.5-5.7) verabreicht, was zu einer spontanen Verbesserung der NT-Akzeptanz führte. Dennoch machten sich im weiteren Versuchsverlauf, insbesondere bei einem Wechsel von KM auf NT wieder Verzehrsdepressionen bemerkbar. Die Natrium-Belastung durch Teilneutralisation (ca. 1 % Na im NT) wurde reaktionslos vertragen (Na im Plasma ca. 140 mmol/l), da alle Kälber freien Zugang zu Trinkwasser hatten.

Die Verfütterung der NT hatte keine nachteiligen Folgen auf den Gesundheitsstatus. Die Kotkonsistenz war hier immer etwas besser als in den KM-gefütterten Gruppen. Die Zuwachseleistung der NT-Kälber in 2- bis 3-Wochen-Abschnitten lag mit einer Ausnahme bei 30 - 50 % der KM-Leistung. Die mittleren Verdaulichkeitswerte, gemessen über Chromoxid, betrugen für die NT-Trockensubstanz 76.2 %, für NT-Rohprotein 71.0 % und für NT-Energie 79.6 %.

Für die KM-Rationen wurden Trockensubstanzverdaulichkeitswerte von 93.9 % ermittelt, für Rohprotein 93.1 % und für die Energie 95.1 %.

Wurde auf die Verwendung von Ackerbohnen, Leinsamen und Kokoskuchen verzichtet, der Geflügelmehlanteil geringfügig reduziert und das Proteindefizit über erhöhte Anteile von DANPRO A ausgeglichen, stieg die Zunahme spontan auf 90 % der Kontrollgruppe an.

In den Aufzuchtgruppen wurde die neutralisierte Tränke, die hier in geringerer Menge und geringerer Konzentration verabreicht wurde, zügig und meist quantitativ aufgenommen. Die Unterschiede zur KA-Leistung waren hier weit geringer als in den Mästgruppen. Ein 14 % DANPRO A und 21 % Geflügelmehl enthaltender NT führte zu besseren Zunahmen.

Da die geringe Verdaulichkeit der NT durch höhere Nährstoffkonzentrationen und durch Futtermehrangebot kompensiert werden sollte, war die Futterverwertung in allen NT-Gruppen entsprechend schlechter als in KA und KM. Die Hämoglobin-Werte ließen keinen Unterschied zwischen den Gruppen erkennen. Auch die nüchtern und 2 Stunden nach der Mahlzeit gemessenen Plasmaglucosespiegel waren in den KM- und NT-Gruppen in etwa gleich. Dies war trotz geringeren Lactose- bzw. Glucose-Gehalts in NT eine Folge des höheren Futterangebots. Die Messung freier Plasma-aminosäuren zeigte für die KM-Gruppen einen etwa zwei bis dreifach höheren Nüchternspiegel an essentiellen Aminosäuren als in den NT-Gruppen, welche 2 Stunden nach der Mahlzeit in etwa die Nüchternwerte der KM-Kälber erreichten. KM bewirkte innerhalb von 2 Stunden keinen Anstieg der freien Aminosäuren im Jugularplasma.

Die vorgelegten Ergebnisse geben zahllose, wertvolle Hinweise, wie und unter welchen Einzelbedingungen ein NT erfolgreich konzipiert und verfüttert werden kann.

5.1 SUMMARY

NEW WAYS FOR REPLACING MILK

In 2 separate experiments on a total of 77 calves (4 Brown Swiss and 34 Simmental bull calves, 39 Simmental cow calves) 10 unconventional milk replacer mixtures were studied in comparison to 2 control milk replacers based on 60 % skim milk powder. Both the New Type (NT) and the control milk replacers (MR) were offered to raising calves and to veal calves in correspondingly different feeding regimes.

The NT milk replacers contained poultry byproducts (24-42 %), field beans, toasted (0-10 %), linseed meal (0-12 %), wheat gluten (0-5 %), fish protein concentrate (0-3 %) and a soybean concentrate (0-14 %; trade mark: DANPRO A) as specially finely grind protein sources. Coconut cake (4-5 %) and bone fat (with an emulsifier) served as dietary lipids in the NT milk replacer for raising calves. Spray dried fat concentrates with coconut oil and bone fat based on lactose were the fat sources for the veal NT. Further constituents in all NT were lactose and (sour) whey powder. Organic acids, lactobacilli, an enzyme preparation and feedstuffs releasing tannic acid and mucines were added for special dietetic purposes. The NT mixtures contained about 35 % crude protein (CP) and 15 % ether extract (EE) and 32 % CP and 20 % EE in the dry matter for raising and for fattening calves, respectively. The corresponding values of MR were 26 % CP and 15 % EE, 25 % CP and 19 % EE, respectively.

The majority of the Simmentals fed NT showed a marked depression of feed intake and further on strict feed refusals probably as a result of the low pH-value of the liquid NT diet (4.2-4.4). Partial neutralization of NT by sodium hydroxide (to 5.5-5.7 pH-value) improved spontaneously the acceptability. However, comparable symptoms had to be observed again in the late experiment for veal calves; complete feed refusals occurred for some days after the change from control MR to NT.

The health status of the calves was not adversely affected by the consumption of NT. Feces consistency of NT calves was always slightly better. The sodium load resulting from the partial neutralization (about 1 % Na in the NT dry matter) was evidently well tolerated (140 mmol plasma sodium was not exceeded) because of the free access to drinking water.

The veal calves fed NT showed only 30-50 % of the body weight gain observed for the control calves (comparisons based on 2 - 3 weeks intervals). But omitting field beans, linseed and coconut cake, reducing poultry byproducts and increasing the amount of DANPRO A improved the growth rate of NT veals to about 90 % of the control level.

The mean digestibility coefficients - using chromic oxide as an indicator - for NT (MR) dry matter, crude protein and the lipids were 76.2 (93.9) %, 71.0 (93.1) % and 79.6 (95.1) %, respectively.

The raising calves consumed NT voluntarily and completely, probably because of the smaller amount of NT offered and the lower NT concentration in the liquid diet. The body weight gain didn't differ so much between the NT and MR raising groups as for the veal calves. The growth rate of calves fed NT consisting of 14 % DANPRO A and 21 % poultry byproducts was superior to the MR group.

The suspected minor digestibility of NT as a growth depressing factor was scheduled by the experimental protocol to be compensated by a higher feeding rate and higher concentrations of crude nutrients in NT. Therefore feed efficiency of all NT groups being inferior to the control calves didn't surprise.

Hemoglobin didn't differ between the groups. Plasma glucose determined before and 2 hours after feed intake showed approximately equal values for NT and MR calves. The consequences of the lower concentration of lactose (and glucose) in NT were obviously masked by the feeding regime.

Free plasma amino acids (AA) were analysed in jugular blood before and 2 hours after feeding by HPLC. The plasma fasting level of essential AA was two to threefold higher in MR than in NT calves. The AA plasma level of MR calves didn't move significantly after feed intake, but the AA level of NT reached the MR fasting concentrations 2 hours after feeding.

The results presented above give numerous and valuable suggestions how to develop and to use successfully a new type of milk replacer under several conditions.

6 ANHANG

6.1 ANHANG I PROBENNAHME UND PROBENANALYTIK

- I-1 Probennahme
- I-2 Analytische Methoden
- I-3 Aminosäuren-Bestimmung

6.2 ANHANG II Ergebnistabellen VORVERSUCH

Blutuntersuchungen

- II-1 Hämoglobin-/Kreatinin-/Alkalische Phosphatase-Konzentrationen
- II-2 Serumtransaminasen (GOT, GPT, GAMMA-GT)
- II-3 Insulin-Konzentrationen
- II-4 Harnstoff-Konzentrationen
- II-5 Glucose-Konzentrationen

- II-6 Elektrolytgehalte im Speichel

6.3 ANHANG III Ergebnistabellen HAUPTVERSUCH 1. TEIL

- III-1 Gewichtsentwicklung Mastgruppen
- III-2 Gewichtsentwicklung Aufzuchtgruppen
- III-3 Wachstum und Futterverzehr Mastgruppen
- III-4 Wachstum und Futterverzehr Aufzuchtgruppen
- III-5 Verdaubarkeit Mastgruppen

Blutuntersuchungen

- III-6 Glucose-Konzentrationen (Mast)
- III-7 Hämoglobin-Konzentrationen (Aufzucht)
- III-8 Glucose-Konzentrationen (Mast)
- III-9 Hämoglobin-Konzentrationen (Aufzucht)
- III-10 Harnstoff-Konzentrationen (Mast/Aufzucht)

- III-11 Durchfallerkrankungen
- III-12 Erkrankungen
- III-13 Siebanalysen der Milchaustauschmischungen

6.4 ANHANG IV Ergebnistabellen HAUPTVERSUCH 2. TEIL

Blutuntersuchungen

- IV-1A Glucose-Konzentrationen (Mast)
- IV-1B Hämoglobin-Konzentrationen (Mast)
- IV-2A Glucose-Konzentrationen (Aufzucht)
- IV-2B Hämoglobin-Konzentrationen (Aufzucht)
- IV-3 Harnstoff-Konzentrationen (Mast/Aufzucht)
- IV-4 Plasmaamino-säuren 4. Woche
- IV-5 Plasmaamino-säuren 7. Woche

- IV-6 Durchfallerkrankungen
- IV-7 Trockensubstanzgehalte im Kot
- IV-8 Erkrankungen
- IV-9 Elektrolyt-Konzentrationen im Plasma

6.5 ANHANG V PRODUKTSPEZIFIKATIONEN

- V-1 Produktspezifikation DANPRO A
 - V-2 Produktspezifikation FPC
 - V-3 Produktspezifikation Milchaustauscher Meggle 1500
 - V-4 Produktspezifikation Milchaustauscher Meggle 1525
 - V-5 Fettzusammensetzung der Sprühfettkonzentrate
- | | |
|----------|------|
| Edifett | 60 C |
| Edifett | 60 M |
| Micafett | 60 |

ABKÜRZUNGEN

6.1 ANHANG I

I-1 PROBENNAHME

Blutplasma

Die Entnahme erfolgte mit einem Venenkatheter (Fa. Braun - Melsungen, Venenverweilkanüle PP, 7 cm Luer, Art.-Nr.: 2-G 16), der in die Vena jugularis eingeführt und gut am Hals fixiert wurde.

Das so gewonnene Blut wurde sofort, beziehungsweise bei der Nüchternblutprobe nach der Hämoglobinbestimmung, bei 3000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert, das Plasma nach 10 Minuten mit einer Pipette abgesaugt.

Konnten die Plasmauntersuchungen aus Zeitgründen nicht unmittelbar nach der Gewinnung durchgeführt werden, wurden die Proben bei - 18 Grad Celsius tiefgefroren aufbewahrt.

Speichel

Mit einem ca 4 x 3 x 3 cm großen Kunststoffschwamm, der mit Hilfe einer größeren Arterienklemme in das Vestibulum buccale eingeführt wurde, konnte möglichst in der Nähe der Papilla parotidea, nach öfteren Kaubewegungen des Tieres, etwa 5 - 8 ml Speichel gewonnen werden.

Die Probe wurde durch Schwammausdrücken in einem Reagenzglas gesammelt und für die Analyse eingefroren.

Da durch die stetig ansteigende Heu- und Kraftfutteraufnahme die Mundhöhlen der Tiere meist Futterreste enthielten, mußten diese vor der Probenentnahme mit der Hand entfernt werden, um eine möglichst reine Speichelprobe gewinnen zu können.

Kot

Dreimal wöchentlich (Tage 5,6 und 7 der Versuchswoche) wurden von jedem Kalb Kotproben (ca. 100 g) direkt aus der Mastdarmampulle entnommen.

Von diesen Proben wurde zuerst die Trockensubstanz bestimmt (Trocknung über 24 Stunden bei 105 Grad Celsius).

Die Tageskotproben einer Sammelperiode wurden gemahlen und für jedes Tier zu einer Sammelprobe vereinigt, in der später die Gehalte an Chromoxid, Rohprotein und Energie bestimmt wurden.

Sammelharn

Mit Urinalen, wie sie von WANDL (1975) und ADAM (1976) beschrieben werden, wurde die quantitative Harnsammlung durchgeführt.

75 ml einer 20 % H_2SO_4 wurden in die Sammelgefäße vorgelegt, um das Ausfallen von zweiwertigen Kationen zu verhindern.

Die Urinale wurden über 72 Stunden hinweg an den Tieren belassen, die Harnmenge wurde täglich gemessen, nach gründlicher Durchmischung des 24-Stundenharns wurde eine Probe für eventuelle spätere Analysen eingefroren.

I-2 ANALYTISCHE METHODEN

Die Untersuchungen auf Rohnährstoffe in Futter und Kot erfolgten mit der Ausnahme von Rohprotein nach den offiziellen Methoden der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten.

Die **Rohproteinanalyse** wurde nach Schwefelsäure/Phosphor-aufschluß in einem Technicon-Autoanalyser durchgeführt (Colorimetrische Bestimmung von Ammonium-Salicylat). Die **Bruttoenergie** in Futter und Kot wurde in einem Bombenkalorimeter (Typ IKA 400, Janke und Kunkel KG, Staufen i. Br.) gemessen.

Die **Chromoxid-Bestimmung** erfolgte nach dem von PETRY und RAPP (1972) beschriebenen Analysenverfahren.

Die Berechnung der einzelnen Verdauungsquotienten erfolgte nach der Formel:

$$V (\%) = 100 - \frac{\text{Indikator i.Futter (\%)} \times \text{Nährstoff i.Kot (\%)}}{\text{Indikator i. Kot (\%)} \times \text{Nährstoff i.Futter (\%)}} \times 100$$

Klinisch-chemische Blutanalysen

Für die einzelnen Bestimmungen der verschiedenen Blutparameter wurden Diagnostica - Testsätze der Fa. Boehringer, Mannheim, für photometrische Analysen verwendet.

Hämoglobin	Test-Combination Hämoglobin	Nr. 124 729
Glucose	Gluco-quant Testcombination	Nr. 158 062
Harnstoff	Test-Combination Harnstoff	Nr. 124 770
Kreatinin	Test-Combination Kreatinin	Nr. 124 192
Insulin	Insulin - Monotest B	Nr. 10 602
GOT	Monotest GOT optimiert	Nr. 124 362
GPT	Monotest GPT optimiert	Nr. 124 524
Alk.Phosphatase	Alk.Phosphatase Test-Combination	Nr. 123 889
Gamma-GT	Monotest Gamma-GT neu	Nr. 125 938

Die Natrium- und Kaliumkonzentrationen im Speichel wurden mit Hilfe eines Flammenphotometers (Eppendorf 700) ermittelt. Die Bestimmung des Speichel-Phosphorgehaltes erfolgte photometrisch (Boehringer Diagnostica, Nr. 124 974).

AMINOSÄURENBESTIMMUNG

Die Trennung und Bestimmung der Aminosäuren im Plasma erfolgte mit der Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) nach der Gradiententechnik und der o-Phthaldialdehyd(OPA)-Derivatisierungsmethode.

Mit diesem Verfahren können alpha-Aminosäuren, die im alkalischen Milieu mit o-Phthaldialdehyd(OPA)* bei einer Temperatur von 30.0 Grad Celsius reagieren, im Picomol-Bereich bestimmt werden.

Die Aminosäuren-Derivate werden an einer Standard-Trennsäule (Reverse Phase Spherisorb ODS II, 3 µm, 125 x 4.6 mm), der eine Vorsäule (20 x 4.6 mm) vorgeschaltet ist, aufgetrennt.

Die Gradientenanlage besteht aus 2 Pumpen (Biotronik BT 3020), einem automatischen Probengeber mit Reaktionskammer und Injektor (BT 042), dem Fluoreszenz-Detektor, Modell RF-530 (Shimadzu, Japan) sowie dem Integrator Chromatopac CR 3A (Shimadzu, Japan) zur Registrierung und Auswertung der einzelnen Analysenwerte.

Als mobile Phase des Gradientensystems werden 2 Pufferlösungen benötigt:

Puffer A	1.6-mmolares Natriumhydrogenphosphat (pH 6.95)	
Puffer B	Acetonitril	500 ml
	Methanol	350 ml
	Isopropanol	150 ml
	Trifluoressigsäure (TFA)	1.5 ml

(Für die Herstellung der Puffer werden Reagentien mit HPLC-grade und millipore-Wasser verwendet, anschließend werden die fertigen Lösungen filtriert und entgast)

Die Calibrierung der aufgetrennten Aminosäuren erfolgt mit externen Standard-Lösungen (Physiologisches Gemisch, Sigma-Chemie, BRD), wobei die Fluoreszenzmessung bei 350 nm (excitation) und 450 nm (emission) durchgeführt wird.

* OPA: gebrauchsfertige Derivatisierungsmischung von BIOTRONIK, Maintal, BRD

Zur Probenvorbereitung muß im Blutplasma das Eiweiß mit Sulphosalicylsäure gefällt werden.

Dazu wird 1 ml frischgewonnenes Plasma mit 1 ml einer 6 % Sulphosalicylsäure versetzt und gut aufgeschüttelt. Nach einer 30-minütigen Lagerung bei + 4 Grad Celsius wird die Probe 10 Minuten zentrifugiert und der klare Überstand mit Natriumhydrogencarbonat neutralisiert. Von dieser Probenaufbereitung werden 100 µl für die Aminosäurenbestimmung benötigt.

6.2 ANHANG II

Tab: II - 1

BLUTUNTERSUCHUNGEN

HÄMOGLOBIN		mmol/l			Nüchternwerte (Vollblut)	
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C	
Woche	$\bar{x}$	R *				
1	6.9	1.3	8.1	7.6		
2	5.9	0.3	6.6	5.7		5.7
3	6.4	1.3	5.3	4.8		
5						6.2
6	5.3	0.3	5.2	5.8		5.9
8	6.1	0.2	6.2	5.8		6.2
9	6.0	0.1	6.7	6.1		
10	6.4	0.5	6.3	6.4		

KREATININ		mg/dl		Nüchternwerte (Plasma)		
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C	
Woche	$\bar{x}$	R *				
1	1.4	0.1	1.6	1.9		
2	0.9	0.2	1.4	1.0		1.4
3	1.0	0.1	1.2	0.7		
5						1.3
6	0.9	0.4	0.8	1.2		1.4
8	0.6	0.0	1.0	1.2		1.4
9	0.8	0.4	0.8	1.1		
10	0.8	0.0	1.0	1.2		

ALKAL. PHOSPHATASE IU/l		Nüchternwerte (Plasma)			
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
1	434	154	403	210	
2	129	52	205	198	151
3	167	27	204	96	
5					163
6	288	53	338	119	39
8	181	67	325	137	361
9	170	53	261	110	
10	139	133	130	61	

*R = Spannweite

Tabelle: II - 2

GOT		IU/l	Nüchternwerte (Plasma)		
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
1	25	0	25	24	
2	23	2	33	31	14
3	32	22	21	25	
5					15
6	32	4	26	26	30
8	31	19	28	30	24
9	25	5	46	20	
10	27	3	39	27	

GPT		IU/l	Nüchternwerte (Plasma)		
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
1	10	0	10	14	
2	6	4	4	12	5
3	8	8	6	8	
5					6
6	7	0	9	11	9
8	11	6	8	10	8
9	8	1	13	8	
10	10	2	15	11	

GAMMA-GT		IU/l	Nüchternwerte (Plasma)		
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
1	18	19	16	47	
2	12	6	9	22	23
3	14	0	8	16	
5					57
6	18	3	41	14	28
8	12	1	9	12	13
9	11	8	12	12	
10	11	6	10	13	

* R = Spannweite

Tabelle: II - 3

INSULIN		Nüchternwerte (Plasma)			
µU/ml					
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
Woche	$\bar{x}$	R *			
1	8.554	3.168	4.301	6.623	
2	6.362	0.329	3.331	6.430	17.654
3	7.322	0.516	5.366	9.039	
5					7.052
6	7.019	0.040	5.687	10.691	11.795
8	11.291	5.961	6.524	9.245	8.125
9	8.478	0.468	5.171	9.711	
10	7.175	2.084	7.958	5.534	

* R = Spannweite

HARNSTOFF		mmol/l		(Plasma)	
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
1. WOCH					
Stunde*	x	R			
0	5.4	2.7	8.8	6.7	
1	5.4	3.1	12.3	6.5	
2	5.9	2.0	8.4	7.4	
4	6.2	4.1	9.8	7.1	
6	6.3	2.9	8.9	4.7	
8	5.4	2.8	8.5	5.9	
2. WOCH					
0	7.4	0.9	9.0	8.2	2.8
1	6.0	0.2	8.3	8.6	3.9
2	5.8	0.9	9.1	8.2	4.5
4	6.4	1.4	10.2	8.2	5.5
6	6.5	1.4	9.9	8.3	5.2
8	6.9	0.9	9.5	7.9	5.3
3. WOCH					MAT-K (5. WOCH)
0	5.3	0.7	5.0	5.0	4.5
1	5.6	0.1	5.0	5.2	4.0
2	5.3	0.2	5.2	4.9	4.1
4	6.4	1.4	5.5	4.5	3.7
6	5.6	0.5	5.8	4.3	3.8
8	5.1	0.5	6.6	4.5	3.6
6. WOCH					
0	4.0	2.8	5.5	5.9	4.9
1	5.3	0.5	6.7	6.5	5.6
2	4.2	1.0	8.2	5.6	6.9
4	7.2	1.0	6.1	7.2	6.8
6	5.6	2.0	6.2	6.4	7.7
8	4.8	1.0	6.3	5.9	6.6
8. WOCH					
0	4.1	0.6	5.1	4.1	4.5
1	6.0	3.1	11.8	6.2	4.4
2	6.6	2.0	4.9	3.5	5.1
4	4.2	0.1	6.0	2.9	3.9
6	4.3	0.6	6.4	3.9	5.5
8	4.3	0.2	7.8	3.2	5.2
9. WOCH					
0	5.2	0.2	7.9	5.1	
1	6.2	0.4	8.6	5.9	
2	5.6	1.7	6.4	3.1	
4	5.2	1.9	9.6	5.4	
6	3.4	0.4	6.3	5.2	
8	4.3	0.1	6.4	5.1	
10. WOCH					
0	3.6	1.8	5.6	4.6	
1	4.4	0.1	6.9	4.0	
2	5.3	0.3	6.8	4.1	
4	4.5	1.2	7.7	3.8	
6	5.5	0.6	6.9	3.7	
8	5.2	0.2	6.6	3.6	

* Zeitpunkt nach der Morgenfütterung in Stunden, Stunde 0 = Nüchternwert

GLUCOSE		mmol/l		(Plasma)	
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K	MAT-C
1. WOCHE	x	R *			
Stunde*					
0	2.8	0.7	4.1	4.4	
1	4.1	1.9	5.1	4.7	
2	4.3	1.3	5.2	8.5	
4	4.9	1.5	5.4	8.3	
6	5.1	1.1	5.4	6.7	
8	5.1	0.6	5.6	6.0	
2. WOCHE					
0	4.0	0.7	3.7	3.9	5.2
1	4.3	0.3	3.8	3.4	5.5
2	5.8	0.3	5.0	3.5	5.4
4	5.4	1.4	5.8	4.7	5.3
6	4.5	0.4	3.8	3.8	4.8
8	4.0	0.2	6.4	3.6	4.6
3. WOCHE					MAT-K (5.WOCHE)
0	3.6	0.1	3.7	5.6	5.0
1	4.7	0.9	5.1	8.3	7.9
2	5.7	0.5	5.7	11.2	6.6
4	6.0	0.7	7.1	6.0	6.3
6	4.5	0.7	5.8	3.9	5.6
8	4.8	0.1	4.8	5.5	4.7
6. WOCHE					
0	6.9	0.7	5.2	5.3	4.3
1	8.1	2.1	6.0	6.7	5.7
2	8.3	2.2	8.1	11.4	6.0
4	8.4	2.0	8.3	13.3	6.1
6	9.7	0.1	11.2	10.1	6.6
8	6.7	2.9	8.5	6.6	4.5
8. WOCHE					
0	4.7	0.1	5.3	4.5	5.0
1	7.8	2.3	9.4	6.8	5.4
2	5.6	0.9	6.8	6.2	5.7
4	5.7	1.4	6.7	5.2	7.3
6	5.5	0.5	6.5	4.7	6.3
8	5.6	0.9	5.6	4.5	5.5
9. WOCHE					
0	6.4	0.5	6.0	5.8	
1	7.9	1.8	6.8	7.8	
2	5.7	0.1	7.6	5.5	
4	5.7	0.8	8.8	5.1	
6	4.9	0.3	7.5	6.2	
8	6.4	0.6	7.9	4.6	
10. WOCHE					
0	6.1	0.1	6.3	3.5	
1	6.4	1.8	6.3	5.8	
2	5.6	0.2	6.8	6.0	
4	5.5	1.4	7.0	5.8	
6	5.1	0.8	6.6	5.1	
8	5.2	0.1	5.6	4.8	

*Zeitpunkt nach der Morgenfütterung in Stunden, 0 = Nüchternwert ; ** R = Spannweite

Tab: II - 6

ELEKTROLYTGEHALTE im SPEICHEL

PHOSPHORKONZENTRATION im Speichel				mmol/l
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K
Woche	$\bar{x}$	R *		
1	1.8	1.6	1.6	3.7
2	8.5	2.5	6.5	3.8
3	5.0	6.4	5.8	2.9
4	7.9	7.8	9.5	2.8
5	8.4	8.4	11.3	2.1
6	8.6	8.9	10.5	3.2
7	4.9	1.3	8.2	2.7
8	9.8	3.0	14.8	4.3
9	10.8	0.1	9.3	3.7
10	11.7	0.2	8.6	4.8

KALIUMKONZENTRATION im Speichel				mmol/l
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K
Woche	$\bar{x}$	R *		
1	8.1	1.5	13.5	10.5
2	10.9	1.9	9.9	11.4
3	20.2	0.1	17.2	20.6
4	14.9	1.7	15.7	16.2
5	16.7	1.2	13.4	10.9
6	16.9	7.7	14.7	18.8
7	11.8	3.3	12.9	18.0
8	15.6	4.4	16.2	20.7
9	15.9	2.1	14.3	19.9
10	14.2	3.9	12.3	21.3

NATRIUMKONZENTRATION im Speichel				mmol/l
Code	MAT-A (2 Tiere)		MAT-B	MAT-K
Woche	$\bar{x}$	R *		
1	61	27	66	48
2	59	21	75	82
3	84	23	65	75
4	67	24	81	104
5	66	48	123	124
6	97	41	88	122
7	89	55	61	59
8	86	49	101	42
9	89	11	82	53
10	84	13	72	45

* R = Spannweite

6.3 ANHANG III

Tab. III-1 : GEWICHTSENTWICKLUNG DER MASTGRUPPEN I. TEIL

in kg Lebendmasse
Mittelwerte und Standardabweichungen bzw. Spannweite

Gruppe	(1)	(2) *	(3)	(4)	(5) *	(6)
Code	M-M	M-4	M-1	M-1	M-2	A-1
Versuchsbeginn	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9	62.9
+s/R	5.0	4.4	5.3	4.5	5.1	4.7
1. Woche	65.4	64.7	62.5	63.5	64.2	63.8
+s/R	5.0	1.0	4.1	2.7	6.4	5.5
2. Woche	70.2	67.0	64.2	64.5	68.0	65.3
+s/R	5.2	5.7	4.8	4.4	8.9	7.7
3. Woche	76.5	67.4	67.7	69.0	73.8	67.9
+s/R	6.9	71.5	5.6	4.2	10.6	7.0
4. Woche	80.4	71.5	70.7	71.6	77.8	69.7
(5 Tage)	+s/R 7.7	11.8	5.3	4.8	10.9	7.6
n	9	3	9	9	3	6

* Gruppe 2 und 5 (n=3 Tiere) Angabe der Spannweite anstelle der Standardabweichung

Tab. III-2 : GEWICHTSENTWICKLUNG DER AUZUCHTGRUPPEN I. TEIL

in kg Lebendmasse
Mittelwerte und Standardabweichungen bzw. Spannweite

Gruppe	(11)	(12)	(13)	(14) *	(15) *
Code	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
Versuchsbeginn	62.7	62.7	62.7	62.7	62.7
+s/R	4.9	4.6	5.1	3.7	4.7
1. Woche	63.6	62.4	62.4	62.7	59.8
+s/R	4.7	4.2	5.8	3.7	4.8
2. Woche	67.2	62.8	64.9	67.7	63.1
+s/R	4.4	5.0	7.1	3.7	5.0
3. Woche	73.7	66.2	67.2	72.2	67.3
+s/R	4.7	6.7	8.1	4.9	6.2
4. Woche	76.0	68.0	70.0	76.8	70.9
(5 Tage)	+s/R 5.0	8.0	8.2	5.6	8.5
n	9	9	9	3	3

* Gruppe 14 und 15 (n=3 Tiere) Angabe der Spannweite anstelle der Standardabweichung

Tab. III-3: ERGEBNISSE ÜBER DEN ZEITRAUM VON 26 TAGEN

MASTVERSUCH I.TEIL
WACHSTUM (LMZ), FUTTERVERZEHR (FVZ)
FUTTERVERWERTUNG (FVW) (LMZ(kg) / FVZ(kg))

GRUPPE	(1)	(2) *	(3)	(4)	(5) *	(6)
Code	M-M	M-4	M-1	M-1	M-2	A-1
1. Woche						
LMZ(kg)	2.4	1.8	0.5	-0.4	1.3	0.9
+s/R	1.1	1.0	2.4	2.4	3.9	1.8
FVZ(kg)	4.1	5.8	4.9	3.7	5.4	3.9
+s/R	0.0	0.0	0.8	0.4	1.1	1.2
FVW(g/kg)	586	310	102		240	230
2. Woche						
LMZ(kg)	4.8	2.2	1.1	1.7	3.8	1.5
+s/R	1.8	3.5	2.7	2.4	6.5	3.3
FVZ(kg)	6.9	7.9	6.2	5.7	7.5	5.3
+s/R	0.7	1.1	1.2	1.2	5.1	2.2
FVW(g/kg)	695	278	177	298	506	283
3. Woche						
LMZ(kg)	6.4	0.4	4.4	3.5	5.8	2.6
+s/R	1.3	8.0	2.6	2.9	3.9	2.5
FVZ(kg)	8.0	7.1	7.9	8.1	9.2	7.2
+s/R	1.2	4.6	1.1	2.2	2.5	1.8
FVW(g/kg)	792	56	562	432	630	361
4. Woche (5Tage)						
LMZ(kg)	3.9	4.1	2.6	3.0	4.0	1.8
+s/R	1.2	6.0	1.9	5.3	0.7	1.4
FVZ(kg)	4.6	4.6	4.4	4.7	6.4	5.5
+s/R	0.7	5.5	0.9	0.9	2.2	0.6
FVW(g/kg)	847	891	545	638	625	327
Tägliche Zunahme(g) Tag 1-26	673	327	331	300	569	265
LMZ(kg) Tag 1-26	17.5	8.5	8.6	7.8	14.8	6.9
+s/R	3.1	18.0	5.6	4.4	13.9	4.1
n	9	3	9	9	3	6

* Gruppen 2 und 5 (je n=3 Tiere) Angabe der Spannweite R

Tab. III-4 : ERGEBNISSE ÜBER DEN ZEITRAUM VON 26 TAGEN

AUFZUCHTVERSUCH I.TEIL

WACHSTUM (LMZ), FUTTERVERZEHR (FVZ)

GRUPPE	(11)	(12)	(13)	(14) *	(15) *
Code	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
1. Woche					
LMZ(kg)	0.9	-0.3	-0.3	0.0	-2.9
+s/R	1.3	1.9	1.2	0.1	0.6
FVZ MAT (kg)	3.4	3.3	4.1	4.8	4.6
+s/R	0.3	0.3	0.6	0.8	2.1
HEU (g)	-	-	-	-	-
2. Woche					
LMZ(kg)	3.6	0.4	2.6	5.0	3.3
+s/R	1.9	1.8	2.2	0.3	0.9
FVZ MAT (kg)	4.9	4.5	6.1	5.6	5.1
+s/R	0.4	0.4	1.4	0.3	1.3
HEU (g)	331	261	297	353	387
3. Woche					
LMZ(kg)	6.5	3.4	2.3	4.5	4.3
+s/R	0.6	3.0	2.5	1.6	1.8
FVZ MAT (kg)	6.2	7.1	7.6	7.6	8.5
+s/R	0.5	0.9	1.8	1.4	0.9
HEU (g)	542	475	365	610	443
4. Woche (5Tage)					
LMZ(kg)	2.3	1.8	2.7	4.6	3.6
+s/R	0.7	1.9	1.8	0.8	2.4
FVZ MAT (kg)	4.5	5.2	5.9	6.1	5.6
+s/R	0.3	0.5	1.0	1.6	1.9
HEU (g)	500	354	350	500	386
Tägliche Zunahme(g)	508	200	288	542	315
Tag 1-26					
LMZ(kg) Tag 1-26	13.2	5.2	7.5	14.1	8.2
+s	2.1	5.3	4.6	3.6	7.5
FVZ Tag 1 - 26					
MAT (kg)	19.0	20.1	23.7	24.1	23.8
+s	0.4	0.5	1.2	1.0	1.5
HEU (g)	1373	1088	1012	1463	1216
n	9	9	9	3	3

* Gruppen 14 und 15 (je n=3 Tiere) Angabe der Spannweite

Tab. III-5 :

VERDAUBARKEITSQUOTIENTEN

MASTVERSUCH I. TEIL

3. Woche

Mittelwerte mit Standardabweichungen bzw. Spannweite

VERDAUBARKEIT	TROCKENSUBSTANZ	ROHPROTEIN	ENERGIE
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Gruppe			
(1)	88.9	87.7	89.7
+s	5.9	11.0	5.7
-s			
n		9	
Code		M-M	
(3)	70.7	66.5	71.7
+s	9.8	12.4	7.9
-s			
n		7	
Code		M-1	
(4)	71.6	68.1	75.4
+s	8.6	12.3	8.5
-s			
n		8	
Code		M-1	
(5) *	75.9	67.7	75.6
R	16.7	20.6	15.7
-s			
n		3	
Code		M-2	
(6)	63.0	59.6	65.9
+s	4.6	5.8	4.6
-s			
n		4	
Code		A-1	

* für Gruppe 5 (n=3 Tiere) wird anstelle der Standardabweichung die Spannweite R angegeben

in Gruppen 2, 3, 4, und 6 konnte aufgrund von Durchfallerkrankungen nicht von allen Tieren der Gruppen die Verdaubarkeitsquotienten bestimmt werden.

Tab. III-6 : GLUCOSEKONZENTRATION im PLASMA

MASTVERSUCH I. TEIL

Nüchtern und/oder 2 Stunden nach der Morgenfütterung
mmol/l

Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite

GRUPPE		(1)		(2)		(3)		(4)*		(5)*		(6)	
Code		M-M		M-1		M-1		M-4		M-2		A-1	
WOCHE	ZEIT**	±s		±s		±s		R		R		±s	
1	2	5.8	0.9	5.7	0.7	5.8	0.8	5.9	1.0	6.1	2.1	5.6	0.5
4	0	5.8	1.3	4.8	0.9	4.8	1.0	4.9	1.9	4.3	0.6	3.5	0.8
	2	8.0	1.8	5.7	1.1	6.0	1.2	6.9	4.5	7.4	4.5	5.3	4.5
	Differenz	2.2	1.8	0.9	1.1	1.2	1.1	2.0	4.4	3.1	4.6	1.8	1.2
Tierzahl		9		9		9		3		3		6	

* für Gruppen (4) und (6) (je n=3 Tiere) wird die Spannweite anstelle der Standardabweichung angegeben

** Zeitpunkt der Blutentnahme 0 = nüchtern

2 = 2 Stunden nach der Morgenfütterung

(alle Angaben gelten auch für die beiden nachfolgenden Tabellen: Hämoglobinkonzentration und Harnstoffkonzentration)

Tab. III-7 : HÄMOGLOBINKONZENTRATION

mmol/l

Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite
2 Stunden nach der Fütterung

GRUPPE	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Code	M-M	M-1	M-1	M-4	M-2	A-1
WOCHE	<u>±s</u>	<u>±s</u>	<u>±s</u>	R	R	<u>±s</u>
1	6.5 1.4	7.1 1.0	6.4 1.1	7.4 0.6	6.5 4.0	5.8 1.1
4	6.6 0.9	6.5 0.6	5.9 1.1	7.0 1.0	6.2 1.7	6.0 0.4
Tierzahl	9	9	9	3	3	6

Tab. III-8 :

GLUCOSEKONZENTRATION im PLASMA

AUFZUCHTVERSUCH I. TEIL

Nüchtern und/oder 2 Stunden nach der Morgenfütterung
mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite

GRUPPE		(11)		(12)		(13)		(14)*		(15)*	
Code		A-M		A-1		A-1		A-2		A-3	
WOCHE	ZEIT**	±s		±s		±s		R		R	
1	2	6.0	1.3	4.8	0.9	5.1	0.9	4.9	2.3	4.4	1.3
4	0	4.6	0.8	3.6	1.3	3.4	0.9	4.1	1.2	3.0	1.5
	2	6.7	1.2	4.7	1.2	5.2	0.9	5.5	3.1	4.6	1.6
	Differenz	2.1	1.1	1.1	0.7	1.8	1.3	1.4	2.0	1.6	2.5
Tierzahl		9		9		9		3		3	

* für Gruppe (14) und (15), (je n=3 Tiere) wird die Spannweite anstelle der Standardabweichung angegeben

** Zeitpunkt der Blutentnahme 0 = nüchtern

2 = 2 Stunden nach der Morgenfütterung

(alle Angaben gelten auch für die beiden nachfolgenden Tabellen: Hämoglobinkonzentration und Harnstoffkonzentration)

Tab. III-9 :

HÄMOGLOBINKONZENTRATION

mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite
2 Stunden nach der Fütterung

GRUPPE	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Code	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
WOCHE	<u>±s</u>	<u>±s</u>	<u>±s</u>	R	R
1	5.8 1.0	6.4 0.9	5.1 0.9	5.8 0.5	6.2 1.7
4	5.3 0.8	6.1 0.6	5.2 0.9	5.7 1.3	5.8 1.1
Tierzahl	9	9	9	3	3

Tab. III-10 : HARNSTOFFKONZENTRATION im PLASMA

MAST I. TEIL

mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung
Woche 4 - nüchtern

GRUPPE	(1)	(2)	(3)	(4)*	(5)*	(6)
Code	M-M	M-1	M-1	M-4	M-2	A-1
	<u>+s</u>	<u>+s</u>	<u>+s</u>	R	R	<u>+s</u>
	4.4 0.8	7.1 1.4	6.1 1.3	8.2 1.4	5.6 0.8	5.9 0.9
Tierzahl	9	9	9	3	6	3

* Gruppen (4) und (5) (je n=3 Tiere) Angabe der Spannweite anstelle der Standardabweichung

AUFZUCHT I. Teil

mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung
Woche 4 - nüchtern

GRUPPE	(11)	(12)	(13)	(14)*	(15)*
Code	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
	<u>+s</u>	<u>+s</u>	<u>+s</u>	R	R
	4.2 0.6	6.5 1.1	8.3 3.2	6.0 1.4	6.2 1.3
Tierzahl	9	9	9	3	3

* Gruppen (14) und (15) je n=3 Tiere) Angabe der Spannweite anstelle der Standardabweichung

Tab. III-11 :

DURCHFALLERKRANKUNGEN

I. Teil

MAST

GRUPPE	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CODE	M-M	M-4	M-1	M-1	M-2	A-1
Anzahl der kranken Tiere	4	2	-	3	-	4
Behandlungstage	5	6	-	4	-	5
Tierzahl	9	3	9	9	3	6

AUFZUCHT

GRUPPE	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
CODE	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
Anzahl der kranken Tiere	-	2	-	2	-
Behandlungstage	-	4	-	2	-
Tierzahl	9	9	9	3	3

Tab. III-12 :

ERKRANKUNGEN

I.Teil

MAST

Fieberhafte bronchopneumonische Erkrankungen

GRUPPE	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CODE	M-M	M-4	M-1	M-1	M-2	A-1
Anzahl der kranken Tiere	8	1	7	7	1	4
Behandlungstage	26	8	24	27	3	18
Tierzahl	9	3	9	9	3	6

Andere Erkrankungsfälle

Gruppe 6 Kalb Nr. 57 Labmagentympanie

AUFZUCHT

Fieberhafte bronchopneumonische Erkrankungen

GRUPPE	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
CODE	A-M	A-1	A-1	A-2	A-3
Anzahl der kranken Tiere	5	6	7	3	2
Behandlungstage	21	24	28	13	11
Tierzahl	9	9	9	3	3

Andere Erkrankungsfälle

Gruppe 11 Kalb Nr. 2 Labmagentympanie
 Gruppe 12 Kalb Nr. 21 schmerzhafte Entzündung des linken Karpalgelenkes
 Kalb Nr. 19 Kümmerer mit mangelhafter Nahrungsaufnahme
 Gruppe 13 Kalb Nr. 24 Magen-Darmkolik
 Gruppe 15 Kalb Nr. 13 Labmagentympanie

Tab. III-13 : Siebanalyse der Milchaustauschfuttermischungen

Prozentuale Anteile der Siebfraktionen

Sieb (mm)	M-1	M-2	M-4	A-1
Boden	0.8	0.4	0.3	0.5
> 0.090	5.0	4.7	0.6	2.8
> 0.125	41.6	58.8	0.8	12.4
> 0.180	39.0	24.9	20.2	35.2
> 0.250	11.6	9.2	23.2	28.0
> 0.355	1.2	1.1	35.2	10.8
> 0.500	0.4	0.4	17.3	8.1
> 0.900	0.2	0.2	0.6	0.8
> 1.000	0.2	0.3	1.8	1.4

6.4 ANHANG IV

Tab. IV-1 A : GLUCOSEKONZENTRATION im PLASMA

MASTGRUPPEN

Nüchtern und/oder 2 Stunden nach der Morgenfütterung
mmol/l

Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite

GRUPPE		K		L		M		N**	
		CODE	M-M	M-1		M-2		M-2	
			<u>+s</u>	<u>+s</u>		<u>+s</u>			R
2.Woche	2 h *		8.3 2.0	5.6 1.5		8.5 2.4		8.3	1.4
		CODE	M-2	M-3		M-M		M-2	
4.Woche	0 h		5.6 1.3	5.8 0.9		6.2 0.7		6.3	1.7
	2 h		7.4 2.0	6.3 0.8		7.6 0.9		7.3	1.5
		CODE	M-M	A-1		M-2		M-2	
7.Woche	0 h		5.9 0.7	4.6 0.9		4.7 1.2		4.5	0.6
	2 h		8.3 2.2	6.4 1.2		8.6 2.5		6.8	3.8
n			9	8		9		3	

* Zeitpunkt der Blutentnahme 0 h = nüchtern

2 h = 2 Stunden nach der Morgenfütterung

**für Gruppen mit n=3 Tieren Spannweite R anstelle der Standardabweichung

Tab. IV-1 B : HÄMOGLOBINKONZENTRATION

mmol/l

Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite

GRUPPE		K		L		M		N	
			<u>+s</u>	<u>+s</u>		<u>+s</u>			R
2.Woche		6.9	1.3	6.3 0.7		6.6 0.7		6.4	1.3
4.Woche		6.7	1.1	6.3 0.7		6.6 0.5		6.8	0.5
7.Woche		6.6	0.9	7.0 0.9		7.1 0.9		7.3	0.6
n		9		9		9		3	

Tab. IV-2 A : GLUCOSEKONZENTRATION im PLASMA

AUFZUCHTGRUPPEN

Nüchtern und/oder 2 Stunden nach der Morgenfütterung
mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite

GRUPPE		A		B		C		D *	
		±s		±s		±s		R	
CODE		A-M		M-1		A-1		A-2	
2.Woche	2 h**	7.1	1.4	6.4	1.2	5.0	0.8	5.2	0.4
4.Woche	2 h	4.8	0.7	4.9	0.7	5.0	0.8	4.7	0.7
7.Woche	0 h	4.4	0.6	4.3	0.5	4.7	1.2	5.6	1.5
	2 h	4.7	0.5	5.1	0.7	5.0	1.0	5.9	1.3
n		9		9		9		3	

* für Gruppe D (n=3 Tiere) Spannweite R anstelle der Standardabweichung

** Zeitpunkt der Blutentnahme 0 h = nüchtern

2 h = 2 Stunden nach der Morgenfütterung

Tab. IV-2 B : HÄMOGLOBINKONZENTRATION

mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite

GRUPPE		A		B		C		D	
		±s		±s		±s		R	
2.Woche		5.8	0.7	6.3	0.5	5.4	0.7	6.1	0.9
4.Woche		6.4	0.5	6.8	0.6	6.3	0.5	6.8	0.6
7.Woche		6.9	0.6	6.8	0.7	6.6	0.6	7.3	0.5
n		9		9		9		3	

Tab. IV-3 : HARNSTOFFKONZENTRATION im PLASMA

MASTGRUPPEN

mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite
Woche 2 - 2 Stunden nach Morgenfütterung

GRUPPE	K		L		M		N*	
CODE	M-M		M-1		M-2		M-2	
	$\pm$ s		$\pm$ s		$\pm$ s		R	
	4.2	4.2	4.7	1.4	4.7	1.1	5.5	1.6
n	9		9		9		3	

AUFZUCHTGRUPPEN

mmol/l
Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite
Woche 2 - 2 Stunden nach Morgenfütterung

GRUPPE	A		B		C		D*	
CODE	A-M		M-1		A-1		A-2	
	$\pm$ s		$\pm$ s		$\pm$ s		R	
	3.8	1.0	5.9	2.4	6.7	1.4	4.7	1.9
n	9		9		9		3	

* Angabe der Spannweite R anstelle der Standardabweichung

Tab. IV-4 :

AMINOSÄUREN-KONZENTRATIONEN IM PLASMA

(Mittelwerte und Standardabweichung)
 4. Woche nüchtern (0)
 2 Stunden nach der Fütterung (2)
 nmol/ml

CODE	M-M			M-2 *			M-3		
n	9			12			9		
ZEIT	0	2	Δ	0	2	Δ	0	2	Δ
LYSIN	99.8	97.8	-2.0	47.8	124.9	77.2 ⁺⁺	41.5	103.6	61.9 ⁺⁺
+s	12.8	16.6	15.5	8.6	54.0	54.0	11.9	20.8	17.0
METHIONIN	33.4	31.4	-2.0	16.8	42.5	25.7 ⁺⁺	9.7	28.9	19.2 ⁺⁺
+s	6.7	3.1	6.6	2.3	19.5	20.4	1.3	4.9	4.3
TRYPTOPHAN	44.5	40.9	-3.7	31.9	43.4	12.5 ⁺⁺	38.3	51.0	12.7 ⁺⁺
+s	2.8	9.7	9.3	5.9	12.6	11.8	6.1	13.5	6.9
THREONIN	106.3	123.5	17.2 ⁺	51.2	107.9	56.8 ⁺⁺	32.6	80.8	48.2 ⁺⁺
+s	15.1	16.7	8.9	8.6	42.2	45.2	7.2	16.4	16.2
ISOLEUCIN	91.0	92.2	1.2	45.5	86.2	40.7 ⁺⁺	46.6	99.1	52.5 ⁺⁺
+s	15.4	12.0	17.7	7.2	38.2	37.1	7.9	16.0	18.1
LEUCIN	150.7	141.4	-9.3	65.8	121.9	56.1 ⁺⁺	66.3	129.3	63.0 ⁺⁺
+s	24.3	22.6	34.9	18.4	58.6	53.9	14.4	22.1	22.7
PHENYLALANIN	55.6	49.8	-5.9	31.7	62.3	30.7 ⁺⁺	28.6	61.4	32.8 ⁺⁺
+s	8.5	7.4	12.0	4.1	24.3	22.5	4.1	9.8	10.4
TYROSIN	88.2	79.8	-8.4 ⁺	26.9	66.2	39.3 ⁺⁺	19.9	56.1	36.2 ⁺⁺
+s	9.9	7.9	8.3	3.8	32.5	31.0	2.6	10.8	10.3
VALIN	236.3	229.3	-7.0	109.6	195.6	86.0 ⁺⁺	105.2	194.5	89.3 ⁺⁺
+s	28.2	23.1	30.5	13.5	74.4	81.2	21.0	32.7	34.9
HISTIDIN	91.7	129.4	37.7 ⁺⁺	55.6	118.4	62.8 ⁺⁺	56.8	116.1	59.3 ⁺⁺
+s	27.9	12.9	32.1	21.5	28.3	40.9	13.5	20.0	23.7
ARGININ	135.1	144.4	9.3	121.8	323.9	202.1 ⁺⁺	110.5	290.5	179.9 ⁺⁺
+s	13.3	11.9	22.4	14.9	125.9	129.2	14.6	52.5	47.6
ORNITHIN	72.4	95.8	23.4	57.1	109.6	52.5 ⁺⁺	51.6	122.8	70.2 ⁺⁺
+s	10.4	12.0	16.3	10.7	17.9	72.8	9.5	31.5	33.4
GLYCIN	255.9	247.7	-8.2	466.5	646.5	180.0 ⁺⁺	395.1	582.2	187.0 ⁺⁺
+s	41.0	68.9	30.8	71.3	192.2	138.5	81.1	99.0	104.6
SERIN	100.6	96.2	-4.4	94.6	141.3	46.7 ⁺⁺	85.7	142.1	56.4 ⁺⁺
+s	7.2	14.2	9.2	12.0	50.4	44.9	16.4	31.3	32.4
GLUTAMINSÄURE	192.9	207.9	14.9 ⁺⁺	105.8	145.3	39.4 ⁺⁺	96.0	159.9	65.0 ⁺⁺
+s	7.2	14.2	36.9	15.4	33.7	23.9	14.5	29.8	22.4
ASPARAGINSÄURE	469.1	551.0	81.9 ⁺⁺	453.6	531.0	77.4 ⁺⁺	472.0	570.2	98.1 ⁺⁺
+s	22.4	26.3	23.8	23.2	29.7	19.2	21.3	40.9	39.4
ALANIN	140.6	190.7	50.1 ⁺⁺	94.1	239.8	145.7 ⁺⁺	80.6	219.7	139.1 ⁺⁺
+s	13.8	28.7	20.11	22.6	113.5	103.2	19.2	27.3	27.5

* Mittelwertbestimmung bei allen Tieren, die Ration M-2 erhielten

+ Signifikante Änderung P < 0.05; ++ P < 0.01

Tab. IV-5 :

AMINOSÄUREN-KONZENTRATIONEN IM PLASMA

(Mittelwerte und Standardabweichung)

7. Woche

2 Stunden nach der Fütterung (2)

nmol/ml Plasma

CODE	M-M	M-2 *	A-1
n	9	12	9
LYSIN	71.6	136.8	118.2
+s	19.2	50.1	24.9
METHIONIN	30.4	43.8	47.4
+s	9.6	14.0	33.8
TRYPTOPHAN	40.1	40.5	43.2
+s	6.0	11.9	10.3
THREONIN	121.7	168.8	109.8
+s	33.8	70.0	23.6
ISOLEUCIN	85.0	107.5	95.8
+s	27.1	50.0	40.5
LEUCIN	106.4	135.2	130.6
+s	38.2	62.3	69.7
PHENYLALANIN	46.2	68.1	61.1
+s	14.8	23.6	16.0
TYROSIN	64.3	64.1	61.3
+s	22.2	23.1	36.8
VALIN	186.3	211.2	213.2
+s	47.7	84.5	113.1
HISTIDIN	120.0	117.8	103.1
+s	36.9	37.6	32.9
ARGININ	124.3	319.6	247.2
+s	51.7	117.0	66.3
ORNITHIN	73.6	121.9	106.9
+s	20.8	28.4	21.1
GLYCIN	270.2	658.2	560.3
+s	125.9	241.2	204.1
SERIN	107.3	182.8	150.5
+s	24.7	56.3	34.0
GLUTAMINSÄURE	187.3	184.7	183.5
+s	36.8	49.7	68.1
ASPARAGINSÄURE	569.8	557.6	558.5
+s	24.6	33.5	14.1
ALANIN	178.5	253.6	179.9
+s	35.7	122.5	53.5

* Mittelwertbestimmung bei allen Tieren, die Ration M-2 erhielten

Tab. IV-6 : DURCHFALLERKRANKUNGEN II. Teil

MAST

GRUPPE	K	L	M	N	O
Tierzahl	9	9	9	3	3
CODE	M-M	M-1	M-2	M-2	M-4
Anzahl der kranken Tiere	8	3	5	2	3
Behandlungstage	13	3	6	7	6
CODE	M-2	M-3	M-M		
Anzahl der erkrankten Tiere	4	1	5		
Behandlungstage	5	1	5		

AUFZUCHT

GRUPPE	A	B	C	D
Tierzahl	9	9	9	3
CODE	A-M	M-1	A-1	A-2
Anzahl der erkrankten Tiere	-	1	4	1
Behandlungstage	-	1	5	1

Tab. IV-7 :

TROCKENSUBSTANZGEHALT IM KOT

MASTGRUPPEN II. TEIL

Mittelwerte mit Standardabweichungen bzw. Spannweite

GRUPPE		K	L	M	N*
WOCHE	Code	M-M	M-1	M-2	M-2
1		13.7 $\pm$ s 2.9	18.5 $\pm$ s 5.7	19.6 $\pm$ s 6.8	26.2 (R=3.2)
2		14.8 $\pm$ s 1.3	20.1 $\pm$ s 4.6	19.3 $\pm$ s 3.2	26.8 (R=3.0)
	Code	M-2	M-3	M-M	M-2
3		23.5 $\pm$ s 8.5	17.7 $\pm$ s 4.5	14.5 $\pm$ s 3.8	24.5 (R=3.9)
4		24.3 $\pm$ s 4.6	19.7 $\pm$ s 3.3	15.9 $\pm$ s 1.5	25.5 (R=3.3)
	Code	M-M	A-1	M-2	M-2
6		17.1 $\pm$ s 3.4	20.1 $\pm$ s 6.6	22.0 $\pm$ s 6.9	24.5 (R=3.3)
	Code	M-1	M-1	M-M	M-1
8		22.9 $\pm$ s 4.7	20.5 $\pm$ s 5.6	16.9 $\pm$ s 3.2	21.6 (R=6.5)
Tierzahl		9	9	9	3

*bei $n \leq 3$ Tiere wurde anstelle der Standardabweichung die Spannweite angegeben

FUTTERCODE-KURZCHARAKTERISIERUNG

- M-1 Geflügelmehl - Leinsamen
- M-2 Geflügelmehl - Leinsamen - ohne diät. Zusätze
- M-3 Geflügelmehl - Soja - FPC - Weizenkleber
- A-1 Geflügelmehl - Leinsamen - Ackerbohnen - Kokoskuchen

Tab. IV-8 : ERKRANKUNGEN II. Teil

MAST

Fieberhafte bronchopneumonische Erkrankungen

GRUPPE	K	L	M	N	O		
Tierzahl	9	9	9	3	3		
CODE	M-M	M-1	M-3	A-1	M-2	M-2	M-4
Anzahl der kranken Tiere	1	2	1	1	2	-	-
Behandlungstage	3	7	3	4	6	-	-

Andere Erkrankungsfälle

Gruppe L Kalb Nr. 67 Kümmerer mit mangelhafter Nahrungsaufnahme
(wurde ab der 7. Woche aus dem Versuch genommen)

AUFZUCHT

Fieberhafte bronchopneumonische Erkrankungen

GRUPPE	A	B	C	D
Tierzahl	9	9	9	3
CODE	A-M	M-1	A-1	A-2
Anzahl der erkrankten Tiere	1	-	2	1
Behandlungstage	4	-	6	3

Tab. IV-9 :

ELEKTROLYTKONZENTRATIONEN im PLASMA

2 Stunden nach der Morgenfütterung

mmol/l

Mittelwerte und Standardabweichung bzw. Spannweite

MASTGRUPPEN

GRUPPE	K		L		M		N*		O*	
CODE	M-M		M-1		M-2		M-2		M-4	
NATRIUM	140.5	3.7	138.7	3.9	139.6	4.6	138.7	1.5 *	141.3	3.1 *
KALIUM	5.3	0.6	4.4	0.5	4.8	0.8	3.9	0.1 *	3.8	0.6 *
CALCIUM	2.9	0.5	2.6	0.4	2.7	0.5	2.4	0.2 *	2.7	1.1 *
Tierzahl	9		9		9		3		3	

AUFZUCHTGRUPPEN

GRUPPE	A		B		C		D*	
CODE	A-M		M-1		A-1		A-2	
NATRIUM	141.3	1.8	140.2	4.0	136.1	9.6	137.3	2.0 *
KALIUM	4.7	0.6	4.5	0.5	5.4	0.9	4.4	0.6 *
CALCIUM	2.3	0.1	2.7	0.4	2.9	0.7	2.8	0.6 *
Tierzahl	9		9		9		3	

*für Gruppen mit n=3 Tieren Spannweite R anstelle der Standardabweichung

6.5

ANHANG V

Tab. V-1 : PRODUKTSPEZIFIKATION - DANPRO A
nach MEGGLE

Wasser	(%)	6- 8
Protein	(%)	70-72
Fett (Petroleum Äther Extr.)	(%)	0.5
Faser	(%)	3- 4
Kohlenhydrat (Differenz)	(%)	16-18
Mineralstoffe	(%)	4- 5
pH		6.7

Minerale

Kalium	(%)	2.0	Magnesium	0.3
Phosphat		0.7	Chlor	0.1
Schwefel		0.4	Natrium	0.01
			Eisen	ppm 80-120

Gramm Aminosäuren je 100 g Protein (16 g Nitrogen)

Lysin	6.1	Alanin	4.2
Histidin	2.6	Cystin	1.6
Arginin	7.5	Valin	5.0
Asparaginsäure	11.7	Methionin	1.4
Threonin	4.0	Isoleucin	4.8
Serin	4.8	Leucin	---
Glutaminsäure	18.9	Tyrosin	4.0
Prolin	5.4	Phenylalanin	5.1
Glycin	4.1	Tryptophan	1.5

NPU	bei Rattenversuchen	TD	BV	NPU
DANPRO		93.8	65.1	61.0
DANPRO + 0.75 % Methionin		96.2	75.2	70.4
DANPRO + 1.5 % Methionin		96.1	86.2	86.7

Tab. V-2 : PRODUKTSPEZIFIKATION - FPC
(zitiert nach STRAUSS, 1982)

ANOREL^R (CTPP Boulogne)

Lösliches Fischproteinkonzentrat, sprühgetrocknet

Wasserlöslichkeit	min	80 %
Proteinverdaulichkeit	min	95 %
Rohprotein	min	82 %
Fett	max	3.5 %
Wasser	max	5 %

Aminosäuren (%) v. RP

Methionin	2.4
Cystin	0.9
Lysin	6.7
Threonin	3.9
Valin	4.1
Isoleucin	3.2
Leucin	6.4
Phenylalanin	3.3
Tyrosin	2.6
Arginin	6.3
Histidin	2.1
Asparaginsäure	9.1
Glutaminsäure	14.1
Serin	4.9
Glycin	10.9
Prolin	6.0
Alanin	6.7
Tryptophan	0.7-1.0

Tab. V-3 : PRODUKTSPEZIFIKATION - IN-K 1500
MAGERMILCHAUSTAUSCHFUTTER MEGGLE

60.5 %	Sprühmagermilchpulver
12.0 %	Süßmolkenpulver
7.5 %	Molkenpulver, teilentzuckert "Anilac"
4.0 %	Weizenquellstärke
1.0 %	Wirkstoffvormischung *
15.0 %	Fettmischung **

Rohprotein	(%)	24.0
Rohfett	(%)	15.0
Rohfaser	(%)	0.5
Rohasche	(%)	7.9
Natrium	(%)	0.4
Phosphor	(%)	0.7

Gramm Aminosäuren je 100 g Protein (16 g Nitrogen)

Lysin	9.7	Alanin	3.4
Histidin	2.4	Cystin	0.9
Arginin	3.4	Valin	6.4
Asparaginsäure	7.9	Methionin	2.5
Threonin	4.4	Isoleucin	6.1
Serin	5.1	Leucin	9.7
Glutaminsäure	18.7	Tyrosin	4.7
Prolin	8.6	Phenylalanin	4.8
Glycin	1.9	Tryptophan	1.5

*** Wirkstoffvormischung (je kg Mischfutter)**

Vitamin A	50000 I.E.	Cholin	400 mg
Vitamin D ₃	5000 I.E.	Vitamin K ₃	3 mg
Vitamin E	50 mg	Eisen	80 mg
Vitamin C	120 mg	Mangan	20 mg
Vitamin B ₁	10 mg	Zink	40 mg
Vitamin B ₂	15 mg	Kupfer	4 mg
Vitamin B ₆	6 mg	Jod	0.2 mg
Vitamin B ₁₂	20 mcg	Kobalt	0.2 mg
Calcium-D ₁₂	15 mg	Avoparcin	40 mg
Pantothenat		Butylhydroxytoluol	
Niacin	30 mg		

**** Fettmischung**

Rindertalg	(%)	55.44
Schweinefett	(%)	18.44
Kokosöl	(%)	18.44
Lecithin	(%)	5.00
Emulgator	(%)	2.60

Tab. V-4 : PRODUKTSPEZIFIKATION - IN-MAST-1 1525
MAGERMILCHAUSTAUSCHFUTTER MEGGLE

60.5 %	Sprühmagermilchpulver
10.0 %	Süßmolkenpulver
5.0 %	Molkenpulver, teilentzuckert "Anilac"
5.0 %	Weizenquellstärke
1.0 %	Wirkstoffvormischung *
18.5 %	Fettmischung **

Rohprotein	(%)	23.0
Rohfett	(%)	18.5
Rohfaser	(%)	0.5
Rohasche	(%)	7.8
Natrium	(%)	0.4
Phosphat	(%)	0.8

Gramm Aminosäuren je 100 g Protein (16 g Nitrogen)

Lysin	7.5	Alanin	3.4
Histidin	2.4	Cystin	0.9
Arginin	3.4	Valin	6.4
Asparaginsäure	7.9	Methionin	2.5
Threonin	4.4	Isoleucin	6.1
Serin	5.1	Leucin	9.7
Glutaminsäure	18.7	Tyrosin	4.6
Prolin	8.6	Phenylalanin	4.8
Glycin	1.9	Tryptophan	1.5

*** Wirkstoffvormischung (je kg Mischfutter)**

Vitamin A	50000 I.E.	Cholin	400 mg
Vitamin D ₃	5000 I.E.	Vitamin K ₃	3 mg
Vitamin E	50 mg	Eisen	80 mg
Vitamin C	120 mg	Mangan	20 mg
Vitamin B ₁	10 mg	Zink	40 mg
Vitamin B ₂	15 mg	Kupfer	4 mg
Vitamin B ₆	6 mg	Jod	0.2 mg
Vitamin B ₁₂	20 mcg	Kobalt	0.2 mg
Calcium-D ₁₂	15 mg	Avoparcin	40 mg
Pantothenat		Butylhydroxytoluol	
Niacin	30 mg		

**** Fettmischung**

Rindertalg	(%)	55.44
Schweinefett	(%)	18.44
Kokosöl	(%)	18.44
Lecithin	(%)	5.00
Emulgator	(%)	2.60

Tab. V-5 : FETTZUSAMMENSETZUNG DER SPRÜHFETT-
KONZENTRATE EDIFETT 60 C, EDIFETT 60 M
und MICAFETT 60
(in Prozent der Fettzusammensetzung)

	MICAFETT 60	EDIFETT 60 M	EDIFETT 60 C
Seetierfett (gehärtet)	20.0	20.0	--
Talg	25.0	37.5	--
Schmalz	10.0	20.0	--
Kokosfett	20.0	20.0	100.0
Knochenfett	22.5	--	--
Soja-Öl	2.5	2.5	--

ABKÜRZUNGEN

AS	Aminosäuren
CR	crude protein
EE	ether extract
FPC	Fischproteinkonzentrat
FVW	Futtermittelverwertung
FVZ	Futtermittelverzehr
KF	Kraftfutter
KG	Körpergewicht
LM	Lebendmasse
LMZ	Lebendmassezunahme
MAT	Milchaustauschfuttermittel
n	Tierzahl
RF	Rohfett
RP	Rohprotein
SCP	Single cell protein
T	Trockensubstanz
TMM	Trockenmagermilchpulver
V	Rohnährstoffverdaulichkeit
VB	Versuchsbeginn
VE	Versuchsende

6 L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

ADAM, G. (1976)

Der Einfluß einer anabolen Präparation auf den
Magnesiumhaushalt von Mastkälbern

Vet. Med. Diss., Universität München

BARRETT, M.E.J., STRACHAN, P. and PORTER, P. (1978)

Antibody mechanisms implicated in digestive disturbances
following ingestion of soyaprotein in calves and piglets.

Clin. Exp. Immunol. 31, 305 - 312

BECKER, A. (1973)

Untersuchungen über die Verdaulichkeit und Verträglichkeit
vorbehandelter Stärke bei Kälbern

Vet. Med. Diss., Tierärztl. Hochschule Hannover

BERNER, D.F. (1970)

zitiert nach J. GROPP:

Milchaustausch im Fortschritt, S.5

Zusammenfassung der Vorträge der Fachgespräche über
ernährungsphysiologische Fragen zur Kälberfütterung
am 08.02.1982 in Würzburg

Themen zur Tierernährung, herausgegeben von
Deutsche Vilomix Wirkstoffmischungen, Neuenkirchen

BEYNEN, A.C., VAN GILS, L.G.M. (1983)

Postprandial changes in the levels of lipids, glucose,
urea and nonprotein nitrogen in the serum of veal calves
fed milk replacers containing either skim milk powder or
soybean protein concentrate

Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde., 43, 49

BOEHNCKE, E. (1981)

Zur P-Ausscheidung von Kälbern während der Umstellung

Vortrag beim Seminar f. Tierernährung f. Tierärzte
am 14.- 16.10.1981, München

BONSEMBIANTE, M., R. PARIGI-BINI (1967)

L'impiego degli idrolizzati proteici nella formulazione
dei latte ricostituiti (contributo sperimentale)

Alimentazione Animale, XI, (1)

BONSEMBIANTE, M., R. PARIGI-BINI (1968)

Effetto del piona alimentare e degli idrolizzati proteici
nelle produzioni del vitello a carne bianca

Alimentazione Animale, XII, (12)

BOTHMER, v.G., (1976)

Kalttränke mit Ameisensäurezusatz

Landwirtschaftsblatt Weser/ Ems, 3/76

BOTHMER, v.G., (1977)

Erfahrungen mit der Kalttränke in der Kälberaufzucht

Grünlandlehranstalt und Marschversuchsstation für

Niedersachsen INFELD, Ber. 1950-1977

BOUCHARD, R. (1973)

Nutritive value of bacterial sludge and whey powder for protein in calf milk replacers and on chromic oxide as indicator of digestibility

J.Dairy Sci., 56, 1444

BURGSTALLER, G. (1972)

Zum Einsatz von Proteinhydrolysat aus Schlachtabfällen in der Kälbermast

Kraftfutter, 55, 300

BURGSTALLER, G. (1981)

Praktische Schweinefütterung

Eugen Ulmer-Verlag, 51

CHASSIN, J. (1969)

Vegetable protein as a main protein source for milk substitutes in feeding suckling calves

Diplomarbeit: The Hebrew University, Faculty of Agriculture, Rehovoth

CEDERQUIST, B. (1971)

Fish protein concentrate in milk replacers for calves intended to become ruminants

Astra Ewos AB, Södertälje, Schweden

COLVIN, B.M., M.A. RAMSEY (1968)

Growth of young calves and rats fed soy flour

J.Dairy Sci., 51, 898

COLVIN, B.M., M.A. RAMSEY (1969)

Growth of young calves and rats fed soy flour treated with acid or alkali.

J.Dairy Sci., 52, 270

DEMARS, R.B. (1970)

Essais d'incorporation de protéines d'origine animale dans un aliment d'allaitement pour veaux de boucherie et dans un concentré pour jeunes bovins

Diplomarbeit: Ecole nationale Supérieure Agronomique de Grignon

DIRKSEN, G. und M. STÖBER (1982)

Ursachen von Mißerfolgen bei der Behandlung der
Enzootischen Bronchopneumonie des Rindes

Der praktische Tierarzt, 63, 104, coll.vet.

DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (1962)

Arbeiten der DLG

DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main

EBERSDOBLER, H., J. GROPP (1973)

Aspects of protein quality in calf nutrition.

Problems and possibilities of milk protein substitutes

Proc. Nutr. Soc., 32, 223

ELERAKY, W.A.E.H.E. (1985)

Modellversuche zur Futterwertabschätzung verschiedener

Proteinquellen in der Fütterung von Forellen (S.Gairdneri Rich.)

Vet. Med. Diss., Universität München

GAUDREAU, J.M. and G.-J. BRISSON (1980)

Abomasum emptying in dairy calves fed milk replacers with
varying fat and sources of protein

J.Dairy Sci., 63, 426

GENSKOW, R.D., K.E. HARSHBARGER (1980)

Effect of feeding fish protein concentrate in milk replacers
on plasma free amino acid values.

J.Dairy Sci., 52, 933

GÖDDE, M. (1979)

Studien an Kälbern zur Milchaustauschtränke mit
saurem pH-Wert

Vet. Med. Diss., Universität München

GORILL, A.D.L., J.W. THOMAS (1967)

Body weight changes, pancreas size and enzyme activity and
proteolytic enzyme activity and protein digestion in
intestinal contents from calves fed soybean and milk protein
diets.

J.Nutr., 92, 215

GORILL, A.D.L., J.W.G. NICHOLSON (1969)

Growth, digestibility and nitrogen retention by calves fed
milkreplacers containing milk and soybean protein,
supplemented with methionine.

Can. J. Animal Sci., 49, 315

GROPP, J. (1970)

Untersuchungen über den Proteinbedarf des Mastkalbes

Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredlungswirtschaft

Lohmann Tierernährung

Zusammenfassung der Vorträge der wissenschaftl. Tagung
in Cuxhaven, 1971

GROPP, J. (1972 a)

Die Zweigeteilte Kälbermast

Tierzüchter, 16, 472

GROPP, J. (1972 b)

Auf dem Weg zum Milchproteinersatz

Kraftfutter, 55, 294

GROPP, J. (1973)

Studien über die Verwertung von Nahrungskohlenhydraten
beim Mastkalb

1. Mitteilung

2. Mitteilung

3. Mitteilung

Z.Tierphysiol., Tierern. und Futtermittelkde. 32, 84,144,194

GROPP, J. (1973 b)

Modellversuche zur Ermittlung der Verwertung milchfremder
Proteinquellen bei Mastkälbern

Bayr. Landwirtschaftl. Jahrbuch, 50, 82

GROPP, J., H. BECK, H.EBERSDOBLER (1974)

Kälberaufzucht ohne Magermilch

Kraftfutter, 56, 324

GROPP, J., H. BECK (1975)

Neue Möglichkeiten in der Rezepturgestaltung von
Milchaustauschern

Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredlungswirtschaft

Lohmann Tierernährung

Zusammenfassung der Vorträge der Wissenschaftl. Tagung vom
6. und 7. November 1975 in Cuxhaven-Döse

GROPP, J. (1979)

Milchaustausch heute

Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredlungswirtschaft

Lohmann Tierernährung

Zusammenfassung der Vorträge der wissenschaftl. Tagung vom
21. und 22. Oktober 1981, Cuxhaven

GROPP, J., E. BOEHNCKE, V. SCHULZ, J.v.SANDERSLEBEN,
O. GEISEL, T. HÄNICHEN (1976)

Die Wirkung von 17- β -Östradiol und Trenbolonacetat in
unterschiedlicher Dosierung auf verschiedene physiologische
und morphologische Parameter (Provokationsversuch).
S.33 in "Anabolika in der Kälbermast"
herausgegeben von J. Brüggemann und O. Richter

Fortschritte in der Tierphysiologie und Tierernährung, 6

GROPP, J., ADAM, G., E. BOEHNCKE (1978)

Der Natrium-Kalium-Gehalt von Milchaustauschfutter als
Qualitätsmerkmal in der Kälbermast

Kraftfutter, 61, 616

GROPP, J. (1982)

Milchaustausch im Fortschritt

Zusammenfassung der Vorträge der Fachgespräche über
ernährungsphysiologische Fragen zur Kälberfütterung am
08.02.1982 in Würzburg
herausgegeben von:

Deutsche Vilomix Wirkstoffmischungen, Neuenkirchen

GROPP, J. (1984)

Grundprinzipien der Forellenernährung,
Zusammensetzung von Forellenfutter

in: Aqua-Fisch, Internationale Fachausstellung Bodensee
28.3.-1.4.1984, 106

GROPP, J. (1987 a)

persönliche Mitteilung

GROPP, J. (1987 b)

persönliche Mitteilung

GROPP, J. (1987 c)

persönliche Mitteilung

GRUND, K. (1982)

Untersuchungen an Kälbern über umstellungsbedingte
Änderungen des Phosphorstoffwechsel

Vet. Med. Diss., Universität München

HARMS, R.H. und O.E. GOFF (1957)

Feather meal in hen nutrition

Poultry Sci., 36, 358

HUBER, J.T., N.L. JACOBSON & R.S. ALLEN (1961)

Digestive enzyme activities in the young calf
J.Dairy Sci., 44, 1494

HUBER, J.T., L.M. SLADE (1967)

Fish flour as a protein source in calf milk replacers
J.Dairy Sci., 50, 1296

JENKINS, K.J., D.B. EMMONS (1982)

Soluble, partially hydrolysed fish protein concentrate
in calf milk replacers
J.Dairy Sci., 65, 784

KAUFMANN, W., A. ORTH (1966)

Untersuchungen über Einflüsse des Futters und der
Pansenfermentation auf die Speichelsekretion
Z.Tierphysiol., Tierernährg. und Futtermittelkde, 21, 110

KELLNER, O. und M. BECKER (1962)

Grundzüge der Fütterungslehre
P.Parey Verlag, Hamburg, Berlin, 13. Auflage, 193

KILSHAW, P.J. and SISSONS, J.W. (1979)

Gastrointestinal allergy to soybean protein in preruminant
calves. Allergic constituents of soybean products.
Res.Vet.Sci., 27, 306

KIRCHGEßNER, M., F.X. ROTH (1973)

Zum Einsatz von auf n-Paraffinen gewachsener Hefe in der
Kälbermast
Züchtungskunde, 45, 208

KIRCHGEßNER, M. (1982)

Tierernährung
DLG-Verlag, Frankfurt, 5. Auflage

KUMMER, H. (1967)

Nebenprodukte der Stärkefabrikation
zitiert aus **NEHRING, G. (1967)**:
Handbuch der Futtermittel,
P.Parey Verlag, Hamburg, Berlin, Band III, 141

LESKOVA, R., TSCHIRCH, H., (1972)

Einige biochemische und hämatologische Parameter des
Kalbes bei Milchaustauschernährung
Z.Tierphysiol., Tierernährg. und Futtermittelkde., 29, 56

MEIJER, Ir.A.B., en BOXEM, Tj., (1973)

Toevoeging van konserveringsmiddelen aan kunstmelk
bij de opfok van kalveren

Bedrijfsontwikkeling, 4, 231

**MORILL, J.L., MELTON, S.L., DAYTON, A.D., GUY, E.J.,
PALLANSCH, M.J. (1971)**

Evaluation of Milk Replacers containing a soy protein
concentrate and high whey

J.Dairy Sci., 54, 1060

MOTAGALLY, Z.A., H. BECK, J. GROPP (1979)

Bakterienprotein als Eiweißquelle im Milchaustauschfutter
für Mastkälber

Bayr. Landwirtschaftl. Jahrbuch, 56, 201

MÜNCHOW, W., BERGNER, H. (1967)

Untersuchung zur Proteinbewertung von Futtermitteln
2. Mitteilung: Die Harnstoffkonzentration im Blut von
Ratte und Schwein in Abhängigkeit vom biologischen Wert
des gefütterten Nahrungsproteins

Arch. Tierernährg., 17, 141

NEHRING, G. (1967)

Körnerfrüchte, Samenkörner und sonstige Früchte
zitiert aus **NEHRING, G. (1967)**:
Handbuch der Futtermittel

P.Parey Verlag, Hamburg, Berlin, Band II, 240

NEHRING, G. (1965)

Handbuch der Futtermittel

P.Parey Verlag, Hamburg, Berlin

**NIEDERLÄNDISCHE KOMMISSIE ZUR ONTERSUCHUNG DER
MINERALSTOFFFÜTTERUNG (1972)**

Übersetzung in

Übers. Tierernährung, 1, 89

NITSAN, Z., R. VOLCANI, S. GORDIN, A. HASDAT (1971)

Growth and nutrient utilization by calves fed milk replacers
containing milk or soybean protein concentrate heated to
various degrees

J.Dairy Sci., 54, 1294

**PARUELLE, J.L., R. TOULLEC, J.F. FRANTZEN, C.M. MATHIEU
(1971)**

Utilisation digestive des protéines de remplacement par le
veau préruminant

Xème Congrès, International de Zootechnie, Versailles

PEDERSEN, H.E., SISSONS, J.W., A. TURVEY (1984)

Histologic and metabolic responses to soyabean antigens in the gut of the preruminant calf.

Proc. Nutr. Soc., 43, 114 A

PEDERSEN, H.E., SISSONS, J.W. (1984)

Effect of antigenic soybean protein on the physiology and morphology of the gut in the preruminant calf

Can.J.Anim.Sci., 64, 183

PETRY, H., W. RAPP (1971)

Zur Problematik der Chromoxid-Bestimmung in Verdauungsversuchen

Z.Tierphysiol.,Tierernährg. und Futtermittelkde., 27, 181

PUCHAL, F., HAYS, V.W., SPEER, V.C., JONES, J.D., CATRON, D.V. (1962)

The free blood plasma amino acid of swine as related to the source of dietary protein

J.Nutr., 76, 11

ROY, J.H.B., F.J. STOBO et al., zitiert nach J.H.B. ROY (1974)

Factors affecting perinatal mortality in calves.

Nutrition and Management, S.125 in Perinatal Ill-health in calves. Herausgegeben von J.M. Rutter, 1975

ROY, J.H.B., F.J. STOBO (1977)

The nutritive value of non-milk proteins for the preruminant calf. The effect of replacement of milk protein by soya-bean flour or fish protein concentrate.

Br.J. Nutr., 38, 167

ROY, J.H.B. (1980)

zitiert nach J. GROPP:

Milchaustausch im Fortschritt, S. 4

Zusammenfassung der Vorträge der Fachgespräche über ernährungsphysiologische Fragen zur Kälberfütterung am 08.02.1982 in Würzburg

Themen zur Tierernährung, herausgegeben von Deutsche Vilomix Wirkstoffmischungen, Neuenburg

ROSENBERGER, G. (1977)

Die klinische Untersuchung des Rindes

P.Parey-Verlag, Hamburg 2.Auflage

SACHS, L. (1974)

Angewandte Statistik

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 4. Auflage

**SEDGMAN, C.A., ROY, J.H.B., THOMAS, J., STOBO, I.J.F.,
GANDERTON, P., (1985)**

Digestion, absorption and utilization of single-cell protein
by the preruminant calf

Br.J.Nutr., 54, 219

SEEGRABER, F.J., J.L. MORILL (1982)

Effect of soy protein on calves intestinal absorptive
ability and morphology determined by scanning elektron
microscopy

J.Dairy Sci., 65, 1962

SHACKLADY, C.A., E. GATUMEL (1972)

The Nutritional Value of Yeast Grown on Alkanes

S.28 in Proteins from Hydrocarbons, ed. by Gounelle de
Pontanel, Academic Press, London and New York

SHILLAM, K.G.W., J.H.B. ROY (1963)

The effect of heat treatment on the nutritive value of milk
for the young calf

Br.J.Nutr., 17, 171

SISSONS, J.W., R.H. SMITH (1976)

The effect of different diets, including those containing
soya-bean products, on digesta movement and water and nitrogen
absorption in the small intestine of the preruminant calf.

Br.J.Nutr., 36, 421

SISSONS, J.W., R.H. SMITH (1979)

The effect of giving feed containing soya-bean meal treated
or extracted with ethanol on digestive processes in the
preruminant calf

Br.J.Nutr., 42, 477

SISSONS, J.W., PEDERSEN, H.E., WELLS, K. (1984)

Mucosal morphology in the alimentary tract of calves given
heated soya-bean flour

Proc.Nutr.Soc., 43, 113 A

VAN WEERDEN, E.J. (1970)

Digestibility experiment with a fish concentrate in a
milkreplacer for veal calves

ILOB, Wageningen, Report 254

WANDL, M. (1975)

Ein Beitrag zur renalen Elektrolytausscheidung
wachsender Mastkälber

Vet.Med.Diss., Universität München

SISSONS, J.W., PEDERSEN, H.E., K. WELLS (1984)

Soya-bean antigen survival in the digestive tract of the preruminant calf

Proc.Nutr.Soc., 43, 115 A

STECHELE, M. (1979)

Zur dosisabhängigen Wirkung von Olaquinox in der Kälbermast in Abhängigkeit von der Milchaustauschfutter-Zusammensetzung

Vet.Med.Diss., Universität München

STEFFENS, W. (1985)

Geflügelabfallmehl als Eiweißquelle im Futter für Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* Richardson)

Arch.Tierernährg., Berlin, 35, 361

STRAUSS, H. (1982)

Studien zum Lysinbedarf von Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri* Richardson) mit Hilfe gereinigter Diäten

Med. Vet. Dissertation, Universität München

TERNOUTH, J.H., J.H.B. ROY (1975)

Concurrent studies of the flow of digesta in the duodenum and of the exocrine pancreatic secretion of calves

Br.J.Nutr., 33, 181

TOLLEC, R. et al. (1969)

Unveröffentl. Zitat nach SHACKLADY u. GATUMEL (1972)

TZENG, D. and C.L. DAVIS (1980)

Amino acid nutrition of the young calf. Estimation of Methionine and Lysine- requirements

J.Dairy Sci., 63, 441

VAN ADRICHEM, P.W.M. (1967)

Sojaeiweiß, ein alimentäres Antigen bei Mastkälbern

Z.Tierphysiol., Tierernährg. und Futtermittelkd., 23, 34

VAN HELLEMOND, K.K. (1967)

A digestibility and N-balance experiment with Protanimal in a milkreplacer for veal calves

IL08, Wageningen, Report 183

VAN WEERDEN, E.J. (1970)

Digestibility experiment with a fish concentrate in a milkreplacer for veal calves

ILOB, Wageningen, Report 254

WANDL, M. (1975)

Ein Beitrag zur renalen Elektrolytausscheidung wachsender Mastkälber

Vet.Med.Diss., Universität München

WILLIAMS, A.P. and D. HEWITT (1979)

The amino acid requirements of the preruminant calf

Br.J.Nutr., 41, 311

WILLIAMS, A.P. et al.

Unveröffentlicht. Zitiert nach J.H.B. ROY

Nutrition and Management:

Factors affecting perinatal mortality in calves

S.125 in Perinatal Ill-health in calves

Herausgegeben von: J.M. Rutter, 1975

WILLIAMS, V.J., ROY, J.H.P., and GILLIES, C.M., (1976)

Milk-substitute diet composition and abomasal secretion in the calf

Br.J.Nutr., 36, 317

ZUCKER, H., J. GROPP, H. EBERSDOBLER (1968)

Untersuchungen zur Einsparung von Milcheiweiß in der Kälbermast

Kraftfutter, 51, 584

ZUCKER, H., R. LESKOVA, H. TSCHIRCH (1972)

Wachstum und Serumharnstoff beim Kalb

Z.Tierphysiol., Tierernährg. und Fütterungskd., 29, 316

LEBENS LAUF

NAME	L I N K, Herta	
	geboren am 20.04.1962 in Singen, Kreis Konstanz	
ELTERN	LINK, Hans	1974 verstorben
	LINK, Ruth	geb. Zeeb
SCHULE	1968 - 1972	Grund- und Hauptschule Möhringen
	1972 - 1981	Gymnasium Tuttlingen
		Abitur Mai 1981
STUDIUM	1981 - 1986	Studium der Tiermedizin an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität, München
APPROBATION		Februar 1987

DANKSAGUNG

Am Schluß dieser Arbeit ist es mir ein wichtiges Anliegen, Herrn Prof. Dr. Jürgen Gropp für die Überlassung des Themas und die Bereitstellung des Arbeitsplatzes sowie für die jederzeit gewährte freundliche und unermüdliche Unterstützung bei Planung und Durchführung der Versuche sowie bei der Anfertigung der vorliegenden Arbeit herzlich zu danken.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Elisabeth Stadler. Ihre stets hilfsbereite Unterstützung bei der analytischen Auswertung, die wertvollen Ratschläge während der Versuchsdurchführung sowie ihre organisatorische Hilfe haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ebenso bin ich Herrn Dr. Goldberg für die umfangreichen Aminosäuren-Analysen zu Dank verpflichtet.

Allen Mitarbeitern des Instituts auf dem Oberwiesenfeld möchte ich für die freundliche Aufnahme und für ihre Mithilfe während der Versuche meinen Dank aussprechen. Vorallem danke ich Herrn W. Bunge und Herrn U. Gindhart für ihre einsatzfreudige und fachkundige Hilfe bei der Betreuung der Tiere.



